

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Stratégies de migration vers OSI. Généralités et étude de cas

GALAIS, Jean-Michel

Award date:
1990

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

FACULTES
UNIVERSITAIRES
N.D DE LA PAIX.

NAMUR

INSTITUT D'INFORMATIQUE

STRATEGIES DE MIGRATION
VERS OSI.
GENERALITES ET ETUDE DE CAS.

par Jean-Michel GALAIS

Promoteur :
Professeur Philippe Van Bastelaer

Mémoire présenté en vue
de l'obtention du titre
de Licencié et Maître
en Informatique

Année académique 1989-1990

FACULTES UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX
Institut d'informatique
Rue Grand-Gagnage, 22. B-5000 Namur (BELGIQUE).
tél : 00-32-81/72.41.11.

STRATEGIES DE MIGRATION VERS OSI : GENERALITES ET ETUDES DE CAS.

Jean-Michel GALAIS

Résumé.

Ce texte rassemble les points essentiels dont il faut tenir compte dans toute stratégie de migration vers OSI. Pour situer le sujet dans son contexte, on trouvera une présentation des différents organismes de standardisation ainsi que des différents réseaux étendus (WAN) importants dans le cadre de notre discussion. La position de différents utilisateurs et constructeurs face à OSI est analysée sur base de plusieurs sources bibliographiques. Et enfin, trois plans de migration particuliers ont été examinés, il s'agit des plans de migration de EUnet, EARN et JANET. De ces plans de migration, des tendances générales ont été dégagées. Elles sont présentées avec les concepts clés intervenant dans toutes stratégies de migration.

Abstract.

The present text collect together the main points wich are to take into account in every migration strategie towards OSI. In order to introduce the subject and his context, a presentation of the different bodies of standardisation as well as of the different wide area networks wich are of importance in the scope of our discussion is to be found. The position of different users and constructors about OSI is analysed on the basis of several bibliographic sources. And finally, three particulary migration plans have been considered, that is the migration plans of EUnet, EARN and JANET. From these migration plans, some general tendancies have been pointed out. They are presented together with the key concepts apearing in all migration strategies.

Juin 1990.

TABLE DES MATIERES.

INTRODUCTION.	1
SECTION I : GENERALITES SUR LA STANDARDISATION.	4
Chapitre I.1 Les besoins d'un standard international.	4
Chapitre I.2 Les organismes de standardisation.	3
I.2.1 ISO (International Standards Organisation).	8
I.2.2 CCITT (Comité Consultatif International de Téléphonie et de Télégraphie).	10
I.2.3 ANSI (American National Standard Institute).	10
I.2.4 NBS (National Bureau of Standards).	11
I.2.5 GOSIP (U.S. Government Open Systems Interconnection Profile).	12
I.2.6 AFNOR (Association Française de Normalisation).	14
I.2.7 BSI (British Standards Institute).	14
I.2.8 CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications).	14
I.2.9 CEN/CENELEC (Comité Européen de Normalisation / Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique).	15
I.2.10 ETSI (European Telecommunication Standard Institute).	15
I.2.11 ECMA (European Computer Manufacturers Association).	16
I.2.12 EIA (Electronic Industries Association).	16
I.2.13 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).	16
Chapitre I.3 Les organismes d'implémentation des standards.	18
I.3.1 COS (Corporation for Open Systems).	20
I.3.2 SPAG et POSI (Standards Promotion and Application Group et Promoting Conference for OSI).	20
I.3.3 COSINE (Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe).	21

I.3.4 MAP/TOP (Manufacturing Automation Protocol/Technical Office Protocol).	22
I.3.5 OSITOP (Open Systems Interconnect for Technical and Office Protocol).	23
I.3.6 OSIone.	23
 SECTION II : LES CONSTRUCTEURS ET LES UTILISATEURS FACE A OSI25	
Chapitre II.1 Introduction.	25
Chapitre II.2 La position de certains grands constructeurs	27
II.2.1 Apple Computer	29
II.2.2 AT&T	31
II.2.3 Data General	33
II.2.4 Motorola	35
II.2.5 Digital Equipment Corporation (DEC).	36
II.2.6 Helwett-Packard (HP).	41
II.2.7 International Business Machines Corp. (IBM).	44
Chapitre II.3 L'attitude des utilisateurs	53
 SECTION III : GENERALITES SUR LES STRATEGIES DE MIGRATION.	60
Chapitre III.1 Les contraintes dans la migration.	60
III.1.1 Introduction.	60
III.1.2 Les contraintes.	60
III.1.2.1 Développement lent des standards.	62
III.1.2.2 Existence d'autres solutions.	64
III.1.2.3 Coûts non négligeables de la migration.	65
III.1.3 Les éléments marquants de stratégie de migration.	66
III.1.3.1 Des étapes dans la transition.	66
III.1.3.2 Le problème de l'adressage.	68
III.1.3.3 Le rôle des systèmes de conversion.	69
Chapitre III.2 Le cas de TCP/IP.	70
III.2.1 Pourquoi parler de TCP/IP ?	70
III.2.2 Les avantages de TCP/IP.	73
III.2.3 les avantages de OSI.	73
III.2.4 TCP/IP et les couches supérieures de OSI.	74
III.2.4.1 Ce qui manque à OSI.	75

III.2.4.2 Développer des applications OSI sur TCP/IP.	77
III.2.5 vue générale du monde TCP/IP.	79
III.2.6 Conclusions pour la migration vers OSI.	80
Chapitre III.3 L'interconnexion.	82
III.3.1 Pourquoi parler d'interconnexion ?	82
III.3.2 Bref aperçu des techniques d'interconnexion.	84
3.2.1 Le répéteur.	84
3.2.2 Le pont.	85
3.2.3 Le routeur.	85
3.2.4 Le brouteur.	85
3.2.5 Les passerelles, les relais, et les convertisseurs.	85
III.3.3 distinction entre passerelles, relais, et convertisseurs.	86
III.3.3.1 Exemples de la fonction de passerelle seule.	88
III.3.3.2 Exemples de la fonction de convertisseur seul.	89
III.3.3.3 Exemple des fonctions convertisseur et passerelle sur un même système.	90
III.3.3.4 Les problèmes liés à la fonction de convertisseur.	91
III.3.3.5 Les problèmes liés à la fonction de passerelle.	93
III.3.3.6 Situation du cas de IP.	93
III.3.3.7 Application dans le cadre de la migration.	94
III.3.4 expérience particulière de passerelle de conversion au CERN.	95
III.3.4.1 Relais de conversion pour courrier électronique : MINT.	97
a) Les différentes fonctions d'un relais de conversion.	97
b) Les différentes tâches de gestion.	99
c) Les problèmes courants dans les passerelles de courrier électronique.	101
d) Conclusion.	101

III.3.4.2 Passerelle de conversion pour transferts de fichiers : GIFT.	102
III.3.4.3 Principes et terminologie.	103
a) L'implémentation.	104
b) Conclusion.	106
 SECTION IV : ETUDE DE CAS CONCRETS.	 107
Chapitre IV.1 Vue générale sur les réseaux étendus.	107
IV.1.1 introduction.	107
IV.1.2 Une taxinomie pour les réseaux.	108
IV.1.2.1 Les réseaux de recherche.	108
IV.1.2.2 Les réseaux de compagnies.	108
IV.1.2.3 Les réseaux de coopération.	109
IV.1.2.4 Les réseaux commerciaux.	109
IV.1.2.5 Les métaréseaux.	109
IV.1.3 Description succincte de quelques réseaux.	110
IV.1.3.1 ARPA Internet.	110
IV.1.3.2 CSNET.	112
IV.1.3.3 EAN.	113
IV.1.3.4 JANET.	113
IV.1.3.5 Xerox Internet.	113
IV.1.3.6 Easynet de DEC.	114
IV.1.3.7 VNET d'IBM.	114
IV.1.3.8 CORNET d'AT&T.	114
IV.1.3.9 BITNET.	114
IV.1.3.10 UUCP.	115
IV.1.3.11 USENET.	116
IV.1.3.12 EUnet.	117
IV.1.3.13 NSFnet.	117
IV.1.3.14 RARE.	118
IV.1.3.15 RIPE (Réseaux IP Européens).	119
 Chapitre IV.2 Le réseau EUnet.	 122
IV.2.1 Présentation du réseau	122
IV.2.2 politique générale.	125
IV.2.2.1 Tendance générale.	126
IV.2.2.2 Migration vers TCP/IP.	128

IV.2.3 Comparaison des protocoles.	130
IV.2.3.1 Les protocoles de la couche Application	130
IV.2.3.2 Les protocoles de la couche Transport.	134
IV.2.3.3 Les protocoles de la couche réseau.	135
IV.2.4 les Moyens techniques.	139
Chapitre IV.3 Le réseau EARN.	142
IV.3.1 Présentation du réseau.	142
IV.3.2 politique générale.	145
IV.3.2.1 Tendence générale.	146
IV.3.2.2 L'utilisation d'un réseau privé X.25.	149
IV.3.2.3 Apport de DEC.	151
IV.3.2.4 Apport d'IBM.	151
IV.3.2.5 Apport de Northern Telecom.	152
IV.3.3 Comparaison des protocoles.	152
IV.3.3.1 Les services existants vis à vis des services OSI.	153
IV.3.3.2 Vers les applications OSI.	156
IV.3.3.3 La migration vers les protocoles X.25.	158
IV.3.4 Les moyens techniques.	162
IV.3.4.1 Les commutateurs X.25 de Northern Telecom.	162
IV.3.4.2 Les machines de transition (boîtes-G) de Digital.	163
Chapitre IV.4 Le réseau JANET.	165
IV.4.1 Présentation du réseau.	165
IV.4.2 politique générale.	166
IV.4.2.1 L'orientation OSI.	167
IV.4.2.2 Comment gérer le caractère dynamique du processus de transition.	168
IV.4.2.3 Deux étapes importantes dans la migration.	170
IV.4.2.4 Estimation du trafic.	172
IV.4.2.5 Echéances.	173
IV.4.2.6 Déterminer les liens entre les anciens et les nouveaux protocoles.	175
IV.4.3 Comparaison des protocoles.	176
IV.4.3.1 Transition des couches basses.	177
IV.4.3.2 Le problème de l'adressage.	182

IV.4.3.3 Les opérations du NRS.	184
IV.4.3.4 Transition des couches hautes.	188
IV.4.4 Les moyens techniques.	194
IV.4.4.1 La base de données NRS.	194
IV.4.4.2 Le réseau X.25(84).	195
IV.4.4.3 Le courrier électronique.	197
IV.4.4.4 Le transfert de fichiers.	198
 CONCLUSION.	 199
 SECTION V : ANNEXES.	 201
Annexe A Les protocoles TCP/IP sous UNIX.	201
A.1 introduction	201
A.2 Le protocole IP (Internet protocol).	203
A.3 le protocole TCP (Transmission Control Protocol).	207
A.4 le concept de socket.	211
A.4.1 Le modèle client serveur.	212
A.4.2 Classification des sockets.	213
A.4.3 Description des routines de la librairie.	214
A.4.4 Description des appels système.	216
Annexe B Acronymes.	223
Annexe C Références bibliographiques.	231

PREFACE.

Aujourd'hui, nul ne conteste l'OSI, modèle de référence universellement admis et respecté. Il est reconnu comme solution fondamentale pour mettre en place des architectures de communication entre ordinateurs hétérogènes. Sa force tient en sa méthodologie.

Fabrice Estienne.

Il apparaît incontestable maintenant que le modèle OSI parviendra à s'imposer dans la plupart des systèmes de communication. La question qui reste posée est : "Quand ?". Bien que la nécessité d'un standard international soit tout à fait reconnue par la majorité des acteurs dans le domaine des télécommunications, différentes difficultés empêchent encore l'OSI de prendre place réellement dans le monde des réseaux.

Ce texte essaye de rassembler les avis et remarques représentatifs de différents acteurs, qu'ils soient utilisateurs, constructeurs ou gestionnaires de réseaux. Ceci devrait permettre de mieux cerner, dans un premier temps, la nature des difficultés qui se présentent à l'OSI, et dans un deuxième temps, la nature des solutions qui sont d'ores et déjà avancées.

Nous pensons que ce travail pourra être utile à tous ceux qui cherchent une introduction aux solutions envisagées à l'heure actuelle pour répondre aux problèmes que pose la migration vers OSI.

Le lecteur pourra tout d'abord trouver une situation du contexte général dans lequel les décisions se prennent. Nous avons essayé aussi de présenter les principaux concepts clés auxquels il est constamment fait référence dans les textes traitant de migration vers OSI. Et enfin, le lecteur pourra trouver dans cet ouvrage, les idées principales qui ressortent

de trois plans spécifiques de migration, ainsi que des éléments de comparaison de ces trois cas.

Si ce travail a pu être mené à bien, c'est grâce à Monsieur le Professeur Van Bastelaer qui m'a tout d'abord proposé ce sujet que j'ai trouvé passionnant à étudier et à développer. Ce travail m'a en effet permis, à moi qui ne connaissait absolument rien au domaine des télécommunications, de prendre connaissance des développements récents ainsi que du contexte général dans lequel ils s'insèrent. Bien que ce ne soit pas le but premier d'un mémoire (je pense avoir déjà précisé les buts de ce texte), je remercie Monsieur Van Bastelaer de m'avoir proposé un sujet qui m'a permis d'apprendre énormément de nouvelles choses. Tout au long de l'année, Monsieur Van Bastelaer a répondu à mes questions et m'a fourni des pistes pour mes recherches bibliographiques. Qu'il me soit permis de l'en remercier pour cela aussi.

Je voudrais aussi remercier tout particulièrement Monsieur Bernard Detrembleur, qui a toujours répondu spontanément à tous mes appels à l'aide.

Il me faut encore remercier Messieurs Stephan Biesbroek, Alain Fontaine et Marc Lobelle pour m'avoir donné leurs avis et leurs remarques d'utilisateurs en me recevant personnellement.

Et enfin, je voudrais remercier ceux que je n'ai pas pu rencontrer personnellement, mais qui ont répondu à mes questions par le courrier électronique. Il s'agit de Daniel Karrenberg du CWI, ainsi que de François Fluckiger, Maria Dimou et Monsieur Martin du CERN.

INTRODUCTION.

Nous avons étudié les plans de migration vers OSI de EUnet, EARN et JANET le résultat de cette étude est présenté dans la section 4. Nous avons essayé autant que possible de décrire ces trois cas suivant le même canevas. Chaque fois que des comparaisons étaient possibles, elles sont relevées dans le texte. Mais avant de présenter ces trois exemples particuliers, il nous a semblé intéressant de situer le contexte général dans lequel les stratégies de migration vers OSI se développent.

C'est ainsi que dans la section 1, on trouvera un brève description des organismes de standardisation les plus importants ainsi que des différents organismes d'utilisateurs s'occupant du développement des produits OSI.

Toujours pour situer le contexte dans lequel la tendance vers OSI a lieu, nous présenterons dans la section 2 la position de 7 grands constructeurs américains face à l'OSI. Nous verrons quels sont les produits conformes OSI qu'ils proposent actuellement et quels sont ceux qu'ils prévoient développer prochainement. Ensuite, nous présenterons l'attitude des utilisateurs face à l'OSI. Nous verrons que celle-ci est directement liée à la position des constructeurs puisque les utilisateurs sont dépendants de ce que l'on peut leur proposer sur le marché. Mais inversement, il peuvent suivant leurs exigences faire évoluer le marché dans une direction ou dans une autre; nous verrons ce qu'il en est.

La section 4 sera consacrée à la présentation des concepts clés liés à la migration. Nous présenterons des considérations sur l'importance de TCP/IP. Nous parlerons aussi assez longuement du problème de l'interconnexion. Nous

avons aussi essayé de rassembler dans le chapitre 1 de cette section les grandes tendances que l'on peut retrouver dans toutes les stratégies de migration.

Dans la section 5, nous proposons trois annexes. La première présente le résultat d'une première approche avec TCP/IP. Cette annexe aurait dû permettre d'étudier plus en détail un autre aspect de la migration qui est l'utilisation des couches hautes de l'OSI sur TCP/IP grâce à ISODE. Malheureusement, le temps limité ne nous a pas permis de mener à bien cette investigation.

La deuxième annexe présente une liste de tous les acronymes utilisés dans ce texte. En télécommunication, les abréviations, les sigles et acronymes de toutes sortes sont en effet très utilisés. Ceci n'est pas pour faciliter la tâche du novice qui essaye de comprendre un texte truffé d'abréviations pas très explicites. En cours de texte, la signification de l'acronyme sera donnée la première fois qu'il sera utilisé. Mais plus tard, le lecteur pourra à tout moment se reporter à l'annexe B pour vérifier la correspondance.

Une deuxième particularité des textes en télécommunication est que l'emploi de la langue anglaise y est généralisé. Et même dans les textes français, on retrouve très souvent des termes provenant directement de l'anglais. Nous avons essayé pour notre part d'utiliser autant que possible les traductions françaises quand nous les connaissions. Toutefois, quand le mot anglais est utilisé le plus souvent, ou quand la traduction n'est pas aussi explicite, nous donnons entre parenthèses le mot anglais correspondant. Tous les mots écrits en langue étrangère seront entourés d'apostrophe comme ceci : 'these are english words'.

Pour terminer ces remarques sur l'emploi de la langue française, il faut noter que nous avons évité le plus possible d'utiliser des néologismes pour exprimer des termes spécifiques aux télécommunications. Néanmoins, quelques uns fort usités se sont certainement glissés dans le texte. Parmi ceux-ci, le mot implémenter est certainement très utilisé dans notre texte aussi. Bien que n'existant pas (encore ?) au dictionnaire,

cette traduction littérale de 'implement' en anglais est tellement utilisée dans les textes français, que nous avons préféré éviter la traduction implanter qui aurait été plus rigoureuse, mais aussi plus insolite.

Nous terminerons cette introduction en faisant part au lecteur de notre décision concernant la numérotation des figures. La portée de ces numérotations ne porte pas plus loin qu'un seul chapitre. Il nous a semblé suffisant de numérotter les figures à l'intérieur d'un chapitre car elles ne seront pas référencées à l'extérieur du chapitre. C'est pourquoi nous avons préféré un style moins lourd pour éviter des notations du type fig. II.3.1.

SECTION I :

GENERALITES SUR LA STANDARDISATION

CHAPITRE I.1

LES BESOINS D'UN STANDARD INTERNATIONAL.

Différents acteurs sont intéressés à différents degrés dans la définition d'un standard international pour la communication entre systèmes informatiques.

1. Les constructeurs sont intéressés par des standards stables sur base desquels ils puissent implémenter leurs produits.
2. Les administrations de télécommunication sont intéressées par une harmonisation des moyens de communication pour faciliter l'interconnexion de leurs réseaux.
3. Les utilisateurs sont intéressés par un marché ouvert sur lequel ils peuvent faire leur choix sur un plus large éventail possible en comparant les rapports qualité/prix des différents constructeurs.
4. Les universités sont aussi intéressées par la standardisation. Car outre le fait que cela leur procure un domaine de recherche intéressant, elles désirent pouvoir interconnecter un plus grand nombre d'institutions académiques à travers le monde.

Le besoin de communication de données entre sites industriels s'est aussi accru considérablement pendant la dernière décade. Beaucoup de compagnies ont rencontré le besoin de se munir d'équipements allant du super-ordinateur à la machine de bureau, pour satisfaire leur exigence de moyens de traitement et de communication de l'information. Naturellement, ces compagnies préfèrent acheter ces équipements chez le construc-

teur qui offre le meilleur rapport qualité/prix ou qui rencontre au mieux ses exigences spécifiques. On ne s'attend pas à ce qu'un constructeur soit capable de rencontrer à lui seul toutes les exigences d'un bureau ou d'une usine. C'est pourquoi, un système ouvert d'interconnexion intéresse au plus haut point ces utilisateurs.

Malheureusement, cette exigence n'apparaît que parce que les constructeurs ont développé de nouveaux produits à une vitesse sans doute sans précédent pour répondre le plus rapidement possible au besoin de traitement et de communication de l'information. Ce développement sous tous azimuts, a eu l'effet indésirable de l'incompatibilité. Les vendeurs rivaux ont développé des technologies disparates qui sont incapables d'interagir facilement; différents pays ont adopté différents moyens de transport de données qui ne permettent pas l'échange facile d'information au travers des frontières nationales.

Depuis une dizaine d'années, la demande toujours croissante d'implantations de télécommunication entre différentes nations et même différents constructeurs a imposé le développement de standards internationaux. Le besoin de tels standards est ressenti par tous les acteurs et n'est plus mis en question à l'heure actuelle. Cependant, les standards ne peuvent pas toujours s'imposer facilement. Nous verrons tout au long de cette étude quels genres de difficultés cela entraîne. Mais dans cette première section, nous évoquerons brièvement dans quel contexte s'est développé le standard reconnu au niveau international (du moins en intention si pas en réalité). Nous décrirons les organes principaux de standardisation qui jouent un rôle dans l'établissement des standards dans le domaine des télécommunications. Nous verrons ainsi que le nombre de ces différents organismes ne facilite certainement pas la centralisation des débats et des développements en la matière. D'autant que différents constructeurs participent en général à certains de ces organismes et influencent les décisions. Ainsi, les mêmes pressions économiques et politiques qui ont créé jusqu'à présent un marché de communication hétérogène empêchent aussi le développement rapide d'un seul modèle international pour relier les différents équipements de communica-

tion. Alors que tout le monde reconnaît maintenant l'importance de pouvoir disposer d'un standard de communication qui ne soit pas lié à un constructeur en particulier.

D'autant que la standardisation devrait permettre des économies substantielles dans la mise en oeuvre des télécommunications en réduisant le nombre de lignes, d'équipements et de logiciels dupliqués comme c'est le cas maintenant avec les approches fragmentaires.

Le besoin d'un standard s'est surtout fait sentir en Europe plus qu'aux Etats-Unis car la situation européenne était très fragmentée et donc les européens étaient beaucoup plus motivés pour accélérer le développement de standards.

Ils se sont rendus compte que leurs réseaux existants avaient tout à fait intérêt à adopter les standards internationaux pour mieux mettre en valeur leurs fonctionnalités en étendant leur connectivité vers d'autres réseaux.

On peut dire dans un premier temps que trois standards sont pour l'instant assez bien répandus. Il s'agit du 'Systems Network Architecture' (SNA) d'IBM, de l' 'Open Systems Interconnection' (OSI) de l'ISO, et des protocoles du 'Defense Data Network' (DDN) parmi lesquels TCP/IP sont les plus couramment cités. Ces trois standards ont des origines tout à fait différentes.

Les protocoles SNA sont les protocoles du réseau propriétaire d'IBM. Ils se sont imposés comme standard important grâce à la grande implantation de IBM dans le monde informatique.

Les protocoles DDN ont été développés suite à une demande du Département de la Défense des Etats-Unis qui éprouvait le besoin d'interconnecter ses différentes machines réparties sur tout le territoire.

Les protocoles OSI sont issus d'un travail de réflexion par des organismes internationaux de standardisation.

- La standardisation -

Il nous paraît intéressant de faire le point maintenant sur la sphère des organismes de standardisation impliqués dans les télécommunications. La suite de ce travail présentera l'attitude spécifique des divers intervenants face au standard OSI.

CHAPITRE I.2

LES ORGANISMES DE STANDARDISATION.

Malgré les intérêts conflictuels en jeu, les organismes de standardisation sont parvenus lentement mais sûrement à mettre au point un modèle de référence pour la conception des outils de télécommunication. Il s'agit bien entendu du modèle OSI ('Open Systems Interconnect protocol suite'). Bien que ce modèle soit communément associé à son organisation mère : ISO, la définition du modèle et des protocoles de la pile OSI s'est faite avec la participation de nombreux autres acteurs de standardisation. Ce chapitre est consacré à une présentation de ces organismes.

La diversité du nombre des intervenants dans l'édification d'une norme ajoute à la complexité technique de cette tâche des dimensions politiques et économiques qui ne facilitent pas les décisions. Les différents constructeurs participent en effet aux travaux de normalisation, ainsi que les pouvoirs publics qui essayent d'imposer leurs vues, y compris dans les pays les plus libéraux.

I.2.1 ISO (INTERNATIONAL STANDARDS ORGANISATION).

Formée en 1947, l'ISO rassemble les principaux organismes de standardisation de chacun de ses 88 pays membres. Puisque ces organismes sont des acteurs dans les propositions d'origine qui pourront éventuellement être adoptées comme standard international, leur orientation particulière peut avoir un impact significatif sur le standard finalement dégagé.

Il y a, dans cet organisme, quelques 160 comités techniques et plus de 1900 sous-comités et groupes de travail qui s'occupent de la définition de standards internationaux dans pratiquement tous les domaines de l'industrie.

Parmi ces comités, il y en a un qui se nomme "systèmes d'information" dont le but est de s'occuper de toutes les techniques de traitement de l'information, ceci inclut les ordinateurs et tous les autres types d'équipements de bureau.

Dans ce comité de "systèmes d'information", il y a deux sous-comités importants pour le domaine des communications de données. Il s'agit d'un comité responsable des standards de liaisons et transferts de données utilisant des lignes de télécommunication; et d'un comité responsable de la définition du modèle de référence et de l'architecture OSI.

"Le développement d'un standard par l'ISO passe par un certain nombre d'étapes. Théoriquement, un besoin est d'abord identifié dans un 'New Work Item' (NWI) qui doit être soumis au vote des organismes nationaux de standardisation représentés dans l'ISO. Une fois le projet de standardisation accepté, un groupe technique est chargé de développer l'ébauche de solution pour le standard. Ce travail doit être approuvé par le sous-comité chargé du contrôle et est alors enregistré dans un document appelé "proposition préliminaire" ('Draft Proposal' (DP)). A ce stade, les organismes nationaux organisent un scrutin sur le contenu technique du rapport. Chacun peut voter "oui" sans restrictions particulières, ou voter "oui" mais donner quelques remarques sur des améliorations possibles, ou voter "non" en donnant les raisons du refus et en proposant une indication de la marche à suivre pour rendre le standard acceptable.

S'il y a suffisamment d'accord avec peu de commentaires, la proposition préliminaire devient un "standard international préliminaire" ('Draft International Standard' (DIS)). A ce moment, il est édité suivant le style des documents de l'ISO, et peut être traduit en Français. Un dernier scrutin à un niveau plus élevé, permet finalement au texte d'atteindre le niveau de standard international ('International Standard' (IS)). (description tirée de la référence 39).

I.2.2 CCITT (COMITE CONSULTATIF INTERNATIONAL DE TELEPHONIE ET DE TELEGRAPHIE).

Le CCITT est un prédécesseur et maintenant partenaire de l'ISO. Il constitue un des trois organes d'une agence spécialisée des Nations Unies : l'ITU ('International Telecommunication Union') qui assure une coordination mondiale dans tous les domaines des communications. Le CCITT s'occupe des normes concernant le téléphone et les systèmes de communication de données, deux autres organes s'occupent principalement des normes concernant la radio.

Le CCITT a cinq catégories de membres :

Classe A : les PTT nationales de chaque pays membre.

Classe B : des administrations privées reconnues (AT&T par exemple).

Classe C : des organisations scientifiques et industrielles.

Classe D : d'autres organismes internationaux de standardisation (ISO par exemple).

Classe E : des organismes dont la mission première se situe dans d'autres domaines mais qui ont un intérêt dans les travaux du CCITT.

(Wilson T., 26)

Le CCITT est surtout connu pour ses séries-X et ses séries-V de recommandations qui sont implémentées partout dans le monde aussi bien dans les réseaux publics que dans les réseaux privés. Le CCITT développe aussi les standards liés au RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services).

I.2.3 ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE).

L'ANSI est l'organisme représentant les Etats-Unis dans l'ISO. Un de ses comités techniques s'occupe des technologies

de l'information et participe aux travaux de l'ISO. Il s'agit d'une organisation privée, non gouvernementale, et non lucrative. Ses membres proviennent de constructeurs, d'utilisateurs ou autres mais sont présents à titre individuel et pas en tant que représentant d'une compagnie ou d'une organisation quelconque.

Certains comités ont participé à l'élaboration du modèle OSI et continuent à travailler maintenant sur les couches supérieures de ce modèle.

I.2.4 NBS (NATIONAL BUREAU OF STANDARDS).

NBS est l'agence de standardisation officielle du gouvernement américain. Une de ses branches, l'ICST ('Institute for Computer Sciences and Technology') a pour tâche d'aider le gouvernement fédéral à faire un usage efficient des technologies de l'information. Mais bon nombre de ses recommandations ont été aussi adoptées dans le domaine privé. Les standards développés par l'ICST sont souvent adoptés par l'ANSI et soumis à l'ISO.

On peut remarquer ici que le gouvernement américain se dit être fermement engagé dans la voie OSI par sa décision d'obliger à partir de 1990 les réseaux à être conformes à OSI en suivant le GOSIP (Wilson T, 26 p.16).

Mais... "Ceci signifie que tous les nouveaux produits établis pour le gouvernement devront être compatibles OSI et/ou TCP/IP. Si les fonctionnalités requises peuvent être fournies en utilisant les normes OSI, alors OSI devra être utilisé. TCP/IP ne pourra être utilisé que si cela se justifie ".

I.2.5 GOSIP (U.S. GOVERNMENT OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION PROFILE).

Le GOSIP a été établi par le NBS en collaboration avec les gestionnaires des ressources informatiques de 19 agences fédérales des Etats-Unis. Le but de cet organisme est de coordonner l'acquisition et l'utilisation de produits OSI par le gouvernement fédéral en définissant des profils fonctionnels spécifiques à des environnements particuliers.

Il faut remarquer que le GOSIP est en accord et est complémentaire avec les protocoles de l'industrie et des bureaux : MAP et TOP.

L'action du GOSIP se situe dans les domaines suivants :

1. Tests de conformité, de coopération, et de performance.
2. Sélection des protocoles et des interfaces nécessaires.
3. Définition des schémas d'adressages et des autorités responsables pour l'attribution des adresses.
4. Définition des options à prendre dans les protocoles pour les caractéristiques de sécurité dans les réseaux.

Pour illustrer les choix de protocoles pour construire une architecture conforme à OSI, nous citerons ici le rapport du GOSIP (référence 36).

"L'utilisation des standards choisis par le GOSIP pour un système ouvert minimise le nombre de standards utilisés tout en satisfaisant la diversité des applications nécessaires pour rencontrer les besoins du gouvernement. Pour l'utilisation de OSI par le gouvernement, il est conseillé d'utiliser une seule méthode (un seul protocole à chaque couche de OSI) pour effectuer les opérations de routage et de transfert de données fiables. A la figure 1, il s'agit des protocoles de transport et CLNP.

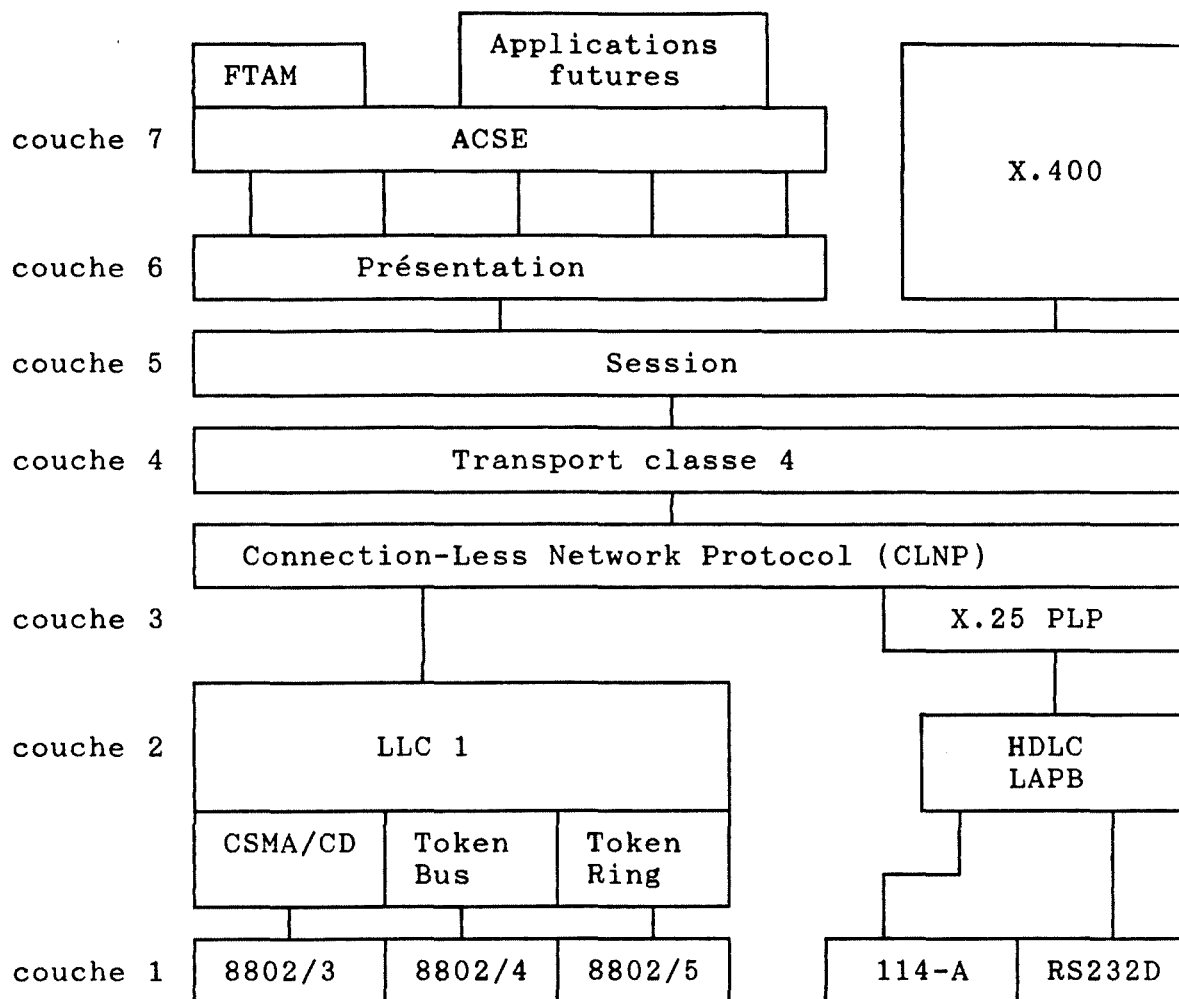


fig.1 Architecture OSI recommandée par GOSIP pour les agences fédérales du gouvernement des Etats-Unis.

Cependant, il est utile de sélectionner plusieurs protocoles parmi les protocoles de bas niveaux pour les adapter aux réseaux locaux ou aux réseaux étendus. En effet, certains protocoles présentent des caractéristiques de performance et de coûts plus appropriés que d'autres pour un usage particulier. A la figure 1, il s'agit des protocoles X.25 pour les réseaux étendus, du bus à passage de jeton (8802/4), et du CSMA/CD (8802/3) pour les réseaux locaux.

A la couche Application, de nombreux protocoles seront sans doute inclus dans les recommandations du

GOSIP avec le temps. A la figure 1, il s'agit des protocoles FTAM pour le transfert de fichier, et X.400 pour l'échange de messages électroniques. Chaque application peut demander un ensemble différent de services des couches ACSE, Présentation, et Session".

I.2.6 AFNOR (ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION).

L'AFNOR coordonne toutes les activités de normalisation en France et représente les intérêts français auprès des instances internationales. Elle est l'homologue de l'ANSI aux Etats-Unis.

I.2.7 BSI (BRITISH STANDARDS INSTITUTE).

Le BSI est l'homologue de l'AFNOR pour la Grande-Bretagne.

I.2.8 CEPT (CONFERENCE EUROPEENNE DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS).

La CEPT fédère les administrations des télécommunications de 26 pays européens. Son rôle est d'harmoniser les politiques de ses administrés (en matière de tarifs par exemple), et de représenter l'intérêt commun des opérateurs européens auprès des instances internationales (CCITT ou CCIR). Elle élabore les spécifications des futurs produits destinés aux réseaux européens. Contrairement au CEN/CENELEC, la CEPT n'est pas habilitée à statuer sur les normes. Cependant, elle définit pour les normes OSI des profils fonctionnels qui sont assez bien suivis par les constructeurs européens.

I.2.9 CEN/CENELEC (COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION / COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION ELECTROTECHNIQUE).

Le CEN/CENELEC est un organisme charnière créé en 1986 pour mettre fin aux problèmes de recoupements des travaux au sein du CEN et du CENELEC relatifs au traitement de l'information.

Le CEN est l'homologue de l'ISO pour l'Europe. Il fédère 18 organismes de normalisation nationaux des pays de la CEE et de l'AeLe (Association européenne de libre échange). Sa mission consiste à élaborer des normes européennes à partir des normes internationales de l'ISO, de l'IEC et des avis du CCITT et du CCIR. L'IEC et le CCIR sont deux organismes de normalisation oeuvrant dans le domaine de l'électrotechnique et des radio communications respectivement.

Le CENELEC traite lui aussi de normalisation dans l'électrotechnique.

I.2.10 ETSI (EUROPEAN TELECOMMUNICATION STANDARD INSTITUTE).

L'ETSI a été créé en 1988 sous l'égide de la CEPT et est implanté à Sophia Antipolis. Il définit les spécifications techniques relatives à l'utilisation des réseaux publics et soumet au CEN/CENELEC les bases techniques des futures normes européennes. A la différence du CCITT et de la CEPT, l'ETSI recherche activement la participation des constructeurs et des utilisateurs pour l'élaboration des spécifications et des normes.

I.2.11 ECMA (EUROPEAN COMPUTER MANUFACTURERS ASSOCIATION).

Un autre partenaire de l'ISO est l'ECMA créé en 1961, ce dernier rassemble aujourd'hui une trentaine de constructeurs en informatique (européens et américains). Il se compose de 26 membres ordinaires et de 13 membres associés. Un des comités techniques de l'ECMA a été un des acteurs principaux dans la définition de HDLC ('High Level Data Link Protocol') de OSI. Cet organisme est toujours actif à l'heure actuelle pour développer les standards dans le modèle OSI, ainsi que pour définir des profils fonctionnels des standards acceptés.

I.2.12 EIA (ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION).

L'EIA est une association de vendeurs et de constructeurs américains en électronique. Cet organisme est constitué de quelque 225 comités qui ont produit des centaines de standards industriels.

L'EIA participe aux travaux de l'ANSI et est par ce biais reconnu au niveau international. Son apport majeur dans le domaine des communications est la définition de la norme RS-232 qui est acceptée comme standard mondial.

I.2.13 IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS).

L'IEEE est une association professionnelle de niveau mondial. Son but est de faire progresser la théorie ainsi que la technologie dans le domaine de l'électronique. En plus de la publication d'un grand nombre de revues et de l'organisation de conférences, cet organisme s'occupe aussi de la définition de standards. Le plus connu dans le domaine des télécommunications est sans doute le standard pour réseaux locaux IEEE 802

que l'ISO a repris comme base pour la définition de son standard ISO 8802.

CHAPITRE I.3

LES ORGANISMES D'IMPLEMENTATION DES STANDARDS.

L'adoption récente de certains standards-clés de OSI a forcé certains constructeurs à développer des produits et des services présentant les fonctionnalités de OSI. Puisque les interprétations spécifiques des standards OSI peuvent varier d'un vendeur à l'autre, un certain nombre d'organismes ont été établis pour aider à tester les différentes implémentations des différents vendeurs; ceci pour assurer une réelle connectivité et compatibilité à travers les différentes industries.

En effet, si deux sites utilisent le modèle OSI, il n'est absolument pas garanti qu'ils seront capables de s'échanger des données. Le modèle de référence consiste seulement en la définition d'une architecture et des services que chacune des couches doit offrir. Des protocoles standards ont bien été développés par le CCITT et l'ISO dans le cadre du modèle de référence OSI. Mais ces standards ont été écrits pour couvrir une large gamme de besoins et pour cette raison, ils contiennent des options pour lesquelles des choix doivent être effectués. Pour rencontrer les besoins d'une communauté particulière d'utilisateurs, seul un sous-ensemble des options sera nécessaire, et parmi celles-ci certains paramètres devront prendre telle valeur plutôt que telle autre.

Pour garantir une réelle coopération, il sera nécessaire de définir ce que l'on appelle des standards fonctionnels qui explicitent exactement la pile de protocoles à utiliser pour fournir des services donnés. Ils définissent un choix pour les options prévues dans le standard ainsi que les valeurs requises pour les paramètres. Les travaux entrepris pour définir les standards fonctionnels permettent aussi de clarifier les standards de base, ou même d'y apporter des corrections. C'est l'utilisation de standards fonctionnels qui assure que différentes implémentations peuvent communiquer.

La pression pour le développement de standards fonctionnels est d'abord venue des Européens via les organismes de standardisation CEN/CENELEC et CEPT qui ont créé pour cela l'EWOS et l'ETSI respectivement. Toutefois, il y a un certain nombre d'autres groupements régionaux ayant le même objectif, comme COS aux Etats-Unis, et POSI au Japon.

En ce qui concerne les standards fonctionnels européens, ils sont d'abord publiés en tant que "standards européens préliminaires" et sont dénommés ENV (de 'Europäische Norm Vorläufig'); à ce stade, ils sont disponibles pour tous les membres du CEN/CENELEC, ainsi que pour les organismes de standardisation nationaux. La promotion d'une norme ENV au stade EN ('European Norm') est discutée parmi les acteurs des organismes de standardisation, ainsi que dans l'introduction publiée avec l'ENV lui-même. La période de validité d'une norme ENV est initialement limitée à trois ans, et les membres du CEN/CENELEC doivent soumettre leurs commentaires après deux ans.

La voix des utilisateurs est aussi très écoutée dans les organismes de définition des standards fonctionnels. Cette voix peut se faire entendre par les organisations que nous présenterons ci-dessous. Ces dernières n'ont pas pour but de contribuer directement aux processus de développement des standards mais de permettre aux vendeurs et aux utilisateurs de dire leur avis sur la direction que devrait prendre le standard. Mais le but de ces organismes ne s'arrête pas là, une fois que les standards fonctionnels sont mis au point, ils aident les vendeurs et les utilisateurs pour l'implémentation des standards qui sont utiles dans un usage réel et ceci de manière coordonnée.

Ce but est tout à fait louable, cependant il y a, comme nous allons le voir, un grand nombre de telles organisations ce qui fait dire à Marc Levillon responsable de la normalisation chez IBM France :

"L'enchevêtrement des groupes de constructeurs qui se sont tous donné pour objectif d'extraire de l'OSI des sous-ensembles spécifiques à des applica-

tions particulières conduit à le dénaturer. Par exemple, en introduisant dans la hâte et sans réflexion approfondie, des fonctions additionnelles contraires aux principes de l'OSI, comme des relais au niveau transport; ou en inventant des structures dans lesquelles certaines couches, et donc fonctions de l'OSI disparaissent. Ces actions, quelquefois destinées à protéger des produits conçus à partir d'interprétations fausses des normes, sont très déstabilisatrices et appellent à la vigilance des défenseurs de l'OSI ..." (citation tirée de la référence 37).

I.3.1 COS (CORPORATION FOR OPEN SYSTEMS).

Fondé en 1986, cet organisme est composé de membres de compagnies de logiciel et de matériel, de compagnies de services de traitement et de communication de l'information, et d'utilisateurs de systèmes d'information. Le but de cet organisme est principalement de développer et de conduire des tests grâce auxquels des systèmes de traitement de l'information peuvent être évalués à la lumière d'une compatibilité avec OSI. COS teste aussi des produits destinés au RNIS. Une fois le produit testé, il recevra le label "COS" qui certifiera que ce produit est conforme aux standards OSI.

I.3.2 SPAG ET POSI (STANDARDS PROMOTION AND APPLICATION GROUP ET PROMOTING CONFERENCE FOR OSI).

SPAG et POSI sont les équivalents de COS pour l'Europe et le Japon respectivement. Ces deux organisations oeuvrent principalement au développement et à l'application de tests des produits OSI proposés par les constructeurs. Les trois organisations se consultent régulièrement pour assurer une concordance mondiale des produits proposés. Créé en 1963, c'est SPAG

qui a lancé le principe de la normalisation fonctionnelle (sélection de profils) dans le cadre du modèle OSI.

I.3.3 COSINE (COOPERATION FOR OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION NETWORKING IN EUROPE).

COSINE comme son acronyme l'indique est spécifiquement européen. Il s'agit en fait d'un projet EUREKA qui a deux buts principaux.

Le premier est d'établir un réseau OSI de communication pour la centaine d'instituts de recherche scientifique et industrielle en Europe. COSINE s'efforce pour cela de faire coopérer les réseaux actuels.

Le deuxième but de COSINE ressemble un peu plus à celui de COS tout en étant spécifique à l'Europe et en ayant des préoccupations de nature économique. Il s'agit de donner un coup de pouce aux produits OSI à l'intérieur de l'Europe pour donner aux industries européennes une opportunité de faire partie des fournisseurs principaux de systèmes ouverts pour les communications de données. Ceci peut se faire principalement en augmentant autant que possible la communauté d'utilisateurs de produits OSI. Ce programme vient en complément d'autres projets EUREKA tel que ESPRIT par exemple qui encourage les développements technologiques dans ce domaine.

Le travail de COSINE a été divisé en deux phases : une phase de spécification et une phase d'implémentation. La première phase s'est terminée en novembre 1988 et a donné lieu à la publication d'un rapport volumineux. Ce travail a été en grande partie réalisé par RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne) une association qui rassemble des opérateurs de différents réseaux nationaux existants déjà, aussi bien que des représentants de réseaux internationaux et des organisations d'utilisateurs. Ce rapport présente des spécifications techniques et des recommandations sur la manière d'implémenter l'infrastructure. La spécification des services

(attendus par les utilisateurs), les besoins de gestion, les étapes de migration, et les projets qui doivent encore être mis sur pied, sont autant de sujets couverts dans ce rapport.

La phase d'implémentation a commencé en 1989 et devrait se terminer en 1992. Il s'agit d'installer les services définis dans le rapport de spécification dans les différents pays membres. Un noyau d'activités pour les premières priorités a été défini. Il est constitué des services X.25, des services de messagerie électronique, des services d'information et d'annuaire, de support d'organisations internationales d'utilisateurs, de la migration des réseaux existants et de l'étude des mécanismes de sécurité.

Beaucoup de professionnels et de scientifiques pourront bénéficier de ces travaux qui permettront l'implémentation réelle de produits OSI.

I.3.4 MAP/TOP (MANUFACTURING AUTOMATION PROTOCOL/TECHNICAL OFFICE PROTOCOL).

MAP et TOP sont des associations d'utilisateurs qui ont pour but de tester des applications pratiques des standards dans l'environnement des affaires. MAP et TOP ont été créées à l'origine pour permettre une communication meilleure entre des outils disparates dans une usine (MAP) ou dans des bureaux (TOP). MAP et TOP sont, avec le GOSIP, les plus grands défenseurs des technologies basées sur le modèle OSI aux Etats-Unis.

MAP et TOP sont aussi les termes utilisés pour désigner les piles d'implémentation de protocoles OSI choisis par ces associations. Ces deux piles sont très semblables excepté pour la couche physique. MAP a choisi le standard du bus à passage de jeton ('Token bus' : 8802/4) et TOP a choisi le standard Ethernet (8802/3) ou l'anneau à passage de jeton ('Token Ring' : 8802/5).

I.3.5 OSITOP (OPEN SYSTEMS INTERCONNECT FOR TECHNICAL AND OFFICE PROTOCOL).

L'OSITOP est une association d'utilisateurs européens qui vise à promouvoir le concept TOP, les standards de base de l'ISO ainsi que les profils fonctionnels.

I.3.6 OSIONE.

L'OSIone est une toute nouvelle fédération qui rassemble différentes organisations régionales de fournisseurs de services ayant décidé de promouvoir l'emploi des normes du modèle OSI. L'annonce de sa création s'est faite en mars 1990 au salon CeBIT de Hanovre. Elle regroupe les organisations régionales Eurosinet (Europe), OSIcom (Australie), OSinet (Etats-Unis), INTAPnet (Japon) et OSnet (Singapour).

Le but des fournisseurs de services regroupés dans ces associations est principalement de présenter des dispositifs d'interconnexion de systèmes ouverts basés sur les normes OSI. Au CeBIT 1990 de Hanovre, Eurosinet, l'association qui rassemble 40 fournisseurs de services européens, a essayé de prouver le bon fonctionnement, en environnement hétérogène, des applications basées sur les normes OSI; telle que X.500 (répertoire), FTAM (gestion de l'accès et de transfert de fichiers), ODA (architecture des documents) et Edifact (format des messages X.400).

C'est à ce salon qu'a été effectuée pour la première fois une démonstration publique d'utilisation de la nouvelle norme X.500 qui propose un service d'annuaire universel permettant à l'utilisateur d'accéder à des données quel que soit son système d'interrogation. Six sociétés ont participé à la démonstration.

Un sous-groupe d'Eurosinet composé de treize sociétés ont échangé des documents au moyen de la norme ODA ('Office

Document Architecture'), qui fournit une description unique du format de documents afin d'affranchir l'utilisateur des formats locaux requis par différents systèmes.

Afin de prouver l'efficacité réelle de l'application des normes sur le terrain, OSIone a défini quatre modèles d'applications utilisés comme base de travail pour les démonstrations. Les logiciels utilisés par les constructeurs (fournis par Retix, Osiware, etc.) avaient été au préalable testés par le SPAG (voir ci-dessus).

Le deuxième objectif de ces associations est aussi de mettre en avant les avantages économiques de la normalisation.

SECTION II :

LES CONSTRUCTEURS ET LES UTILISATEURS FACE A OSI

CHAPITRE II.1

INTRODUCTION.

Nous examinerons, dans cette partie, la position des utilisateurs directs des facilités de communication permises par les réseaux de télécommunication. C'est-à-dire que nous examinerons la position des industriels qui recherchent un produit fini performant et fiable. Les choix que peuvent faire ces utilisateurs dépendent directement de ce que les fabricants et les vendeurs leur proposent. Nous examinerons donc sur la base d'une étude menée aux Etats-Unis en 1988 (Wilson T, 26) quels sont les espoirs que l'on peut placer dans le développement des produits OSI chez certains grands constructeurs.

Précisons que cette partie ne s'attache pas à examiner le cas des réseaux développés par des instances représentant une nation ou une communauté académique nationale ou internationale. Nous examinerons quelques-uns de ces cas dans une section suivante.

" Depuis une dizaine d'années, OSI était considéré comme un rêve, un concept discuté parmi les chercheurs et les organismes de standardisation mais pas parmi les utilisateurs ni les vendeurs d'ordinateurs. L'idée de relier des systèmes disparates et des régions géographiques éloignées était souvent considérée comme un noble but mais non comme une réalité possible.

Avec l'approbation en Mars 1988, des standards des couches application pour la messagerie et le transfert de fichiers, cependant, la réalité de OSI a commencé à s'imposer. Des démonstrations fructueuses se sont succédé à différents salons internationaux et les utilisateurs ont pu dès lors se

rendre compte qu'ils pouvaient casser la chaîne qui les liait à un vendeur spécifique et se lancer dans des communications viables et utiles entre machines de différentes provenances". (Wilson T., 26)

CHAPITRE II.2

LA POSITION DE CERTAINS GRANDS CONSTRUCTEURS

Cependant, tout n'est pas encore au mieux chez les vendeurs. En effet, "bien que OSI soit un standard, l'étendue avec laquelle il est implémenté chez les constructeurs varie considérablement. Les utilisateurs qui veulent investir dans les technologies OSI, doivent dès lors passer outre des affirmations publiques de support des produits OSI faites par les constructeurs et examiner attentivement les produits réels qui sont offerts. Les différences que l'on peut trouver sont parfois surprenantes" (Wilson T, 26).

Avant de passer en revue la position de différents constructeurs, nous voudrions faire une remarque générale que nous avons dégagée de cette étude. Nous avons remarqué que ce sont surtout les compagnies de petite taille ou de taille moyenne qui trouvent un intérêt dans les standards internationaux. Etant donné que ces compagnies n'ont pas les moyens d'imposer un environnement propriétaire comme le font IBM ou DIGITAL, elles sont plus désireuses de procurer au client des produits qui peuvent s'intégrer dans un environnement qui sera indépendant d'un constructeur particulier. Un gestionnaire de production chez Data General s'exprime par exemple dans les termes suivants : "L'objectif réel de OSI est de donner la possibilité de vendre des ordinateurs dans un environnement ouvert. Un tel environnement permettra à l'utilisateur d'acheter le produit qui répond le mieux à ses besoins, sans se préoccuper de la compatibilité avec les produits d'autres vendeurs qui pourraient déjà être installés".

Une deuxième raison pour laquelle les compagnies de plus petite taille sont désireuses de s'engager le plus vite possible dans les standards OSI, vient de leur crainte de compagnies plus importantes telles que Unisys, qui n'a plus de base installée d'un réseau propriétaire, ou AT&T qui n'a jamais eu une importante base installée de réseaux propriétaires. Ces deux dernières compagnies pourraient tenter de s'imposer sur le

marché comme les autorités de référence pour la fourniture de produits tout à fait conformes à OSI.

Mais l'avis des acheteurs sur ce point particulier est que les produits OSI ne pourront faire une réelle percée sur le marché que si les constructeurs ayant déjà une architecture réseau propriétaire migrent aussi vers OSI. " Le vrai test, disent-ils, sera le niveau de compatibilité offert par les vendeurs les plus importants, ceux qui ont le plus à perdre, c'est-à-dire les constructeurs des architectures propriétaires les plus populaires".

" La stratégie actuelle des grands constructeurs en ce domaine est souvent ambivalente : d'une part ils veulent convaincre leurs clients que leur architecture de communication "propriétaire" demeure à long terme la meilleure solution face à l'OSI, et d'autre part, il leur faut enlever la décision de clients potentiels en affirmant une stratégie volontaire d'intégration des fonctions OSI. IBM et DEC, jouent sur ces deux tableaux. Lorsqu'il leur faut défendre leur base installée, ils imposent leurs propres standards de communication. Diplomatiquement, car le danger est de détourner les utilisateurs attachés à leur indépendance. En revanche, quand ces mêmes constructeurs démarchent une clientèle potentielle, ils se font les chantres de l'OSI. Leur message de base, comportant l'annonce du support total des normes internationales, répond alors au souci de communication entre systèmes hétérogènes exprimé par les utilisateurs" (Estienne F., 37)

Voyons maintenant quels sont les points importants de l'enquête menée par Tim Wilson en 1988 auprès de 7 grands constructeurs américains.

II.2.1 APPLE COMPUTER

II.2.1.1 L'avant OSI

AppleTalk. (1985)

AppleTalk est un protocole qui permet de connecter des stations de travail Mac à des équipements de Digital et à des PC IBM sous MS-DOS. Son architecture évolue vers l'implémentation des 7 couches de OSI.

AppleShare. (1987)

AppleShare permet à un Mac de fonctionner comme un serveur de fichiers pour d'autres machines Apple ou pour des PC compatibles IBM.

II.2.1.2 Les produits OSI existants

The Macintosh Developer's Kit.

Apple propose un ensemble d'outils regroupés dans le Macintosh Developer's Kit qui permettent le développement d'applications basées sur les protocoles OSI.

Produits TOP.*

En juin 1988, est apparue une famille de produits conformes aux spécifications de la pile de protocoles TOP.

II.2.1.3 Les produits OSI en prévision

Les développements prévus par Apple pour l'interconnexion avec d'autres systèmes passent par une alliance cimentée en Janvier 1988 avec DEC. Le but est l'interconnexion de Mac et de VAX en interconnectant les réseaux AppleTalk et DECnet/OSI. Les services prévus sont les suivants :

* Voir section 1 pour une description des organismes de standardisation.

1. *Applications distribuées.*

Les applications distribuées seront capables d'accéder à des services basés sur VAX en utilisant des méthodes de communication inter-processus.

2. *Partage de fichiers.*

Les Mac seront capables d'accéder à des fichiers stockés sur VAX.

3. *Emulation de terminal.*

Les Mac seront capables d'émuler des terminaux DEC.

4. *Réseaux.*

La phase V du plan DECnet/OSI sera utilisée pour intégrer le réseau AppleTalk dans les réseaux à grande échelle (WAN's).

5. *Gestion de réseau.*

La gestion des réseaux DECnet/OSI et AppleTalk se fera de manière unifiée pour l'utilisateur.

Les développements prévus passent aussi par une participation à une firme de logiciels OSI : TOUCH. Les produits logiciels compatibles OSI existants, ont été fournis par cette firme qui se conforme aux protocoles TOP. On prévoit maintenant le développement d'applications car "ce sont réellement les applications qui procurent les fonctionnalités aux utilisateurs. [...] Nous voyons clairement qu'il s'agit d'une direction stratégique à suivre". dit le directeur de TOUCH. C'est ainsi qu'il est prévu l'implémentation de X.400 et de FTAM dans un premier temps.

II.2.2 AT&T

II.2.2.1 L'avant OSI

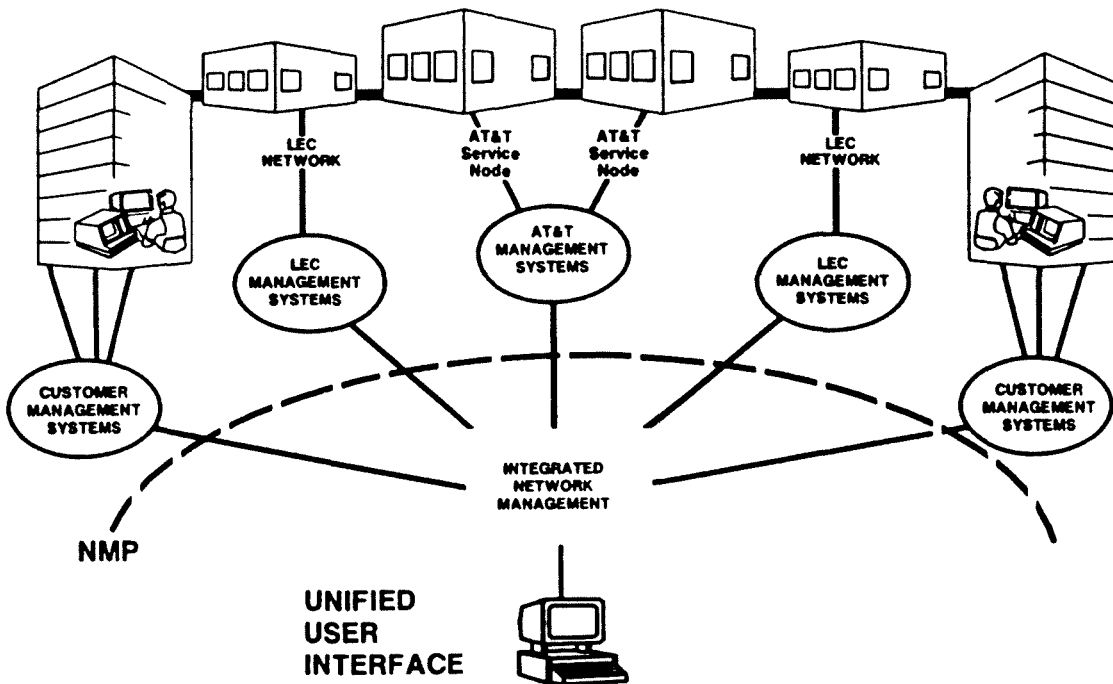
AT&T est surtout spécialisé dans le domaine de gestion de réseaux et offre un ensemble d'applications pour le diagnostic, la mesure du trafic sur le réseau, la reconfiguration, l'affectation des coûts.

II.2.2.2 Les produits OSI existants

UNMA ('Unified Network Management Architecture') est le lien principal de AT&T avec OSI. En tant que système de gestion de réseau, une partie importante de UNMA est constituée du NMP ('Network Management Protocol') de OSI. Malheureusement, la définition complète de ce standard n'est pas encore réalisée. La stratégie de AT&T est donc de suivre du plus près possible ce standard et même d'en accélérer le développement en devinant à quoi le standard ressemblera et en construisant des produits qui préfigurent ces standards. Ceci comporte bien entendu le danger de s'écarter trop du standard adopté. Il est donc important que les standards se développent assez rapidement pour satisfaire les besoins des utilisateurs.

II.2.2.3 Les produits OSI en prévision

Dans la stratégie d'AT&T, le développement des protocoles OSI est lié à trois autres directions clés : le RNIS, les applications en environnement UNIX, et UNMA. Les produits OSI chez AT&T seront développés sur la base du système d'exploitation UNIX. Une grande attention sera portée aux développements du protocole OSI d'administration de réseaux ouverts : NMP voir figure 1.



Source: AT&T

fig.1 Le gestionnaire de réseau d'AT&T.

Cependant, AT&T doit vivre aussi avec SNA ('Systems Network Architecture') et permettre aux utilisateurs UNIX de communiquer avec le monde SNA. C'est pourquoi son directeur dit : "Nous devons permettre une connectivité avec IBM, même si nous évoluons vers des solutions OSI".

En proposant une nouvelle version de ses gestionnaires de réseaux locaux (Starlan), AT&T a inclus certains protocoles conformes à OSI. Tels ceux de la couche réseau et ceux de la couche transport. On voit donc que même si les standards ne sont pas encore au point dans le domaine des gestionnaires de réseaux, la direction d'AT&T pense qu'il faut avancer même si "Il y a certains risques que les standards [futurs] changent quelques-unes des solutions présentes, mais la plupart des standards sont en place, et nous pensons que nous devons avancer rapidement ..." dit un représentant de AT&T.

L'application X.400 est aussi sur le point d'être proposée par AT&T. En ce qui concerne les autres applications, on pense que les standards ne sont pas encore assez développés pour se lancer dans une implémentation. Cependant, on est par-

faitement conscient qu'il existe une réelle demande du côté des utilisateurs, à tel point que ceux-ci refusent parfois des solutions dites propriétaires de peur d'y rester liés.

II.2.3 DATA GENERAL

II.2.3.1 L'avant OSI

Jusqu'à présent, Data General s'est appliqué à se forger une réputation dans la connexion à un environnement SNA de IBM.

II.2.3.2 Les produits OSI existants

Data General développe une architecture de communication basée sur les standards OSI existants. Car on considère chez Data General que "les pièces essentielles pour l'implémentation de la pile de protocoles OSI sont présentes, ce qu'il manque maintenant ce sont des produits proposés par les commerçants".

Data General participe à des organismes de standardisation tels ceux évoqués dans la première section : CCITT, IEEE, ANSI, COS, NBS, CEPT. Ceci doit lui permettre d'avoir une certaine influence sur le développement des standards. C'est dans le cadre de sa participation à COS que Data General a pu présenter un produit X.400 qui communique avec d'autres implémentations d'autres fabricants.

"Les premières propositions OSI de Data General font partie de sa ligne de produits 'XODIAC Network Management System', qui est basée sur X.25. Toutefois, bien que Data General s'engage vers OSI avec XODIAC, il continuera à supporter SNA et DECnet".

Un produit important de Data General est DG/PC. Celui-ci est basé sur les quatre premières couches du modèle OSI et per-

met une intégration des ordinateurs personnels dans les systèmes d'information.

II.2.3.3 Les produits OSI en prévision

" L'option que nous avons prise vers le modèle OSI ne doit pas faire abandonner à la compagnie sa gamme de produits actuelle " dit un manager de Data General. C'est ainsi que la migration se fera dans le sens de l'adaptation de XODIAC pour remplacer sa structure propriétaire par des implémentations des standards OSI. Ceci se fera suivant un processus incrémental d'adaptation d'une couche de l'architecture à la fois.

Suivant ce que l'utilisateur exprimera comme besoin, l'architecture proposée peut varier et Data General pourrait par exemple aussi proposer des produits TCP/IP là où les produits correspondants OSI n'existent pas encore : " Dans certains environnements, je pourrais suggérer TCP/IP", dit un manager, "Toutefois, nous ne croyons pas que TCP/IP nous amènera à OSI plus vite que n'importe quoi d'autre. Certains produits OSI n'existent pas. Quand ils sont nécessaires, TCP/IP peut être utilisé".

La participation aux organismes de standardisation sera toujours maintenue et des tests de fonctionnement conjoint des produits Data General avec ceux d'autres vendeurs seront effectués.

En conclusion, on peut voir que Data General ne propose pas de solutions totalement OSI mais adopte une stratégie qui lui permettra de présenter aux clients qui le désirent un plan de migration incrémental pas trop coûteux "quand le moment sera venu".

II.2.4 MOTOROLA

II.2.4.1 L'avant OSI

Motorola est surtout connue dans le domaine des composants et des radiotéléphones.

II.2.4.2 Les produits OSI existants

Motorola développe depuis 1988 une expérience dans le domaine des serveurs de communication avec un contrôleur X.25 de milieu de gamme. Tirant parti de cette expérience, Motorola a développé un produit de haut de gamme qui assure l'interface avec un ou deux canaux X.25 suivant les spécifications du CCITT 1984/88.

Motorola a introduit dernièrement la messagerie X.400 de Retix qui a subi tous les tests de conformité. "Cette implémentation dispose d'une interface très conviviale, orientée Windows, elle permet le développement d'applications opérant dans un environnement X.400, grâce à l'appel de primitives écrites en langage C" (R. Dubois, 30).

II.2.4.3 Les produits OSI en prévision

Chez Motorola, on croit que "la messagerie X.400 devrait connaître un développement plus rapide, avec l'émergence d'applications standards, telle qu'EDI" (Gunnar Peterson). Il est certain que le standard X.400 de OSI aura plus de chances de s'imposer lorsqu'il présentera vraiment des fonctionnalités qui ne sont pas proposées dans les services de messagerie existants. On peut citer ici pour renforcer ce sentiment une remarque de Daniel Karrenberg, responsable du réseau EUnet :

"Mon opinion personnelle est que [la migration vers OSI du réseau EUnet] se fera dès que - et pas

avant - il existera de bons UA multimédias en place et que les utilisateurs de RFC822 recevront des messages du type :

Il y avait un graphique intéressant ici. Mais votre protocole de courrier électronique ne permet pas de le présenter".

Le troisième cheval de bataille de Motorola est le RNIS. Motorola présentera sous peu un produit RNIS complet. "Le logiciel en cours de développement gèrera les trois couches de base du canal D ainsi que les protocoles X.25 sur les canaux A et B. Il s'inscrit dans la politique de Motorola qui consiste à développer des produits bâtis autour de standards" (R. Dubois, 30).

II.2.5 DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC).

II.2.5.1 L'avant OSI.

"Au contraire d'IBM, DEC n'offre pas une gamme complète d'ordinateurs qui pourrait lui permettre de dominer le marché des réseaux utilisateurs. DEC étend actuellement sa gamme en dehors des systèmes moyens, mais il n'est pas encore parvenu à toucher au monopole d'IBM dans le domaine des super-ordinateurs, ni dans le domaine des PC. C'est en partie à cause de ce manque dans sa ligne de produits que DEC ne peut se permettre de se consacrer uniquement à une architecture réseau propriétaire. C'est pourquoi, DEC s'engage résolument vers la solution des standards internationaux et vers OSI en l'occurrence.

Mais en attendant, il est clair que DECnet a beaucoup de succès parmi les utilisateurs de machines DEC. La vitesse avec laquelle DEC réalisera son plan de migration vers OSI dépendra de profits escomptés en comparaison avec les profits de

l'architecture propriétaire : 'DECnet Network Architecture' (DNA).

II.2.5.2 Les produits OSI existants.

DEC a été un des premiers constructeurs de matériel à introduire le système de courrier électronique X.400 dans sa gamme de produit (1986). Depuis, différents produits ont été développés qui permettent de relier le courrier électronique de DEC à d'autres systèmes conformes à X.400.

II.2.5.3 Les produits OSI en prévision.

En 1987, DEC a annoncé la migration de son architecture DNA de la phase IV - une architecture propriétaire - à la phase V - une architecture ouverte programmée pour 1990 -. Cette phase V a deux nouvelles directions majeures : l'intégration des standards OSI et le support de réseaux de plus grandes tailles.

La politique de DEC dans sa phase V est d'utiliser autant que possible les standards OSI et de prévoir un plan de migration pour les domaines où les standards n'existeraient pas encore. Naturellement, DEC prévoit dans sa phase V une compatibilité avec les réseaux de la phase IV ainsi que la possibilité donnée à l'utilisateur de migrer graduellement de la phase IV à la phase V.

Quant à savoir à quelle vitesse le développement de la phase V se fera, cela dépendra de la demande des acheteurs. Si ceux-ci préfèrent la solution propriétaire de DEC, elle aura encore de beaux jours devant elle. Par contre, si les acheteurs demandent un environnement ouvert, les solutions conformes à OSI seront plus rapidement développées.

Dans la description de son architecture phase V, DEC a adopté la découpe en couches du modèle de référence OSI et a adopté la terminologie OSI, c'est pourquoi on peut décrire les produits proposés dans la phase V par couches du modèle OSI.

a) La couche Physique.

La couche Physique supporte les standards RS232-D, V.24, et X.21 pour les réseaux étendus (WAN's). X.21 permettra à l'implémentation DECnet d'accéder et d'utiliser les facilités du réseau public à commutation de circuit.

b) La couche de Liaison.

La phase V prévoit le remplacement du protocole propriétaire 'Digital Data Communications Message Protocol' (DDCMP) par le protocole 'High-Level Data Link Control' (HDLC) recommandé par OSI.

c) La couche Réseau.

La couche Réseau de DNA prévoit les protocoles OSI en mode connecté 'Connection-Oriented Network Services' (CONS), ainsi que les protocoles en mode non connecté 'Connection-Less Network Service' (CLNS). CONS sera principalement fourni par les protocoles X.25, alors que pour le CLNS, DNA définit lui-même un algorithme de routage qui devrait permettre de trouver le chemin le plus efficace pour les paquets de données.

d) La couche Transport.

A la couche Transport, DNA phase V supportera les anciens protocoles ainsi que les protocoles OSI. La couche session décidera s'il y a lieu d'utiliser le protocole OSI ou le protocole de la phase IV quand il s'agit de communication avec un système DNA.

Pour des communications avec des systèmes non DNA, le protocole OSI sera utilisé. Les classes TP4, TP2, et TP0 sont prévues.

e) La couche Session.

La couche Session est la couche qui est directement visible par l'utilisateur dans l'architecture DNA. Il s'agit de la couche à partir de laquelle les utilisateurs peuvent com-

mencer à écrire leurs propres applications sous DNA. La phase V prévoit une nouvelle fonction dans cette couche qui est appelée service de dénomination ('naming service'), il permet de traduire des noms en adresses "réseau" et de rassembler les informations sur la sélection de protocoles.

Le but principal de ce service est de permettre une organisation plus facile des grands réseaux en rendant les noms des applications, des systèmes, et d'autres objets accessibles par le réseau, indépendants de leur adresse physique dans le réseau.

f) La couche Présentation.

Le service de dénomination de la couche Session définit aussi une syntaxe pour la définition des noms. On peut comparer cette fonctionnalité à la définition de syntaxe abstraite ASN.1 de la couche Présentation de OSI.

g) La couche Application.

Nous avons déjà dit que DEC propose l'application de courrier électronique X.400 à ses utilisateurs.

En ce qui concerne le transfert de fichiers, il semblerait que DEC soit très content de son protocole propriétaire 'Data Access Protocol' (DAP), et qu'il attende une meilleure définition des normes de FTAM avant de l'implémenter. Cette attitude est valable pour d'autres applications aussi, entre autre la gestion de réseau.

Evolution of DECnet to OSI

OSI LAYERS		DNA PHASE IV LAYERS	OSI PRODUCTS	DNA/OSI PHASE V FUNCTIONS				
7	Application	User	• OSI File Transfer (FTAM) • Electronic Mail (X.400)	• Networked Office Systems • Videotex • Electronic Mail • Computer Conferencing • Remote Data Base • File Transfer • Virtual Terminal • Network Management • SNA Interconnection • DECnet System Services • Others		• OSI FTAM • CCITT X.400 • Others	M	
		Network Management						
6	Presentation	Network Application	OSI Applications Kernel (OSAK)					
5	Session	DECnet Session Control				OSI Session	N	
4	Transport	DECnet Transport (NSP)		VAX OSI Transport (VOTS)	Common Transport Interface			G
			DECnet Transport (NSP)		OSI Transport		E	
3	Network	DECnet Routing (Adaptive Routing)			• ISO Connectionless Service • ISO Connection-Oriented Service (over X.25) • ISO ES-IS Routing Protocol • IS-IS Routing Protocol			M
2	Data Link	Data Link	• X.25	• DDCMP • X.25 • OSI-Standard Ethernet • HDLC				E
1	Physical	Physical Link	• OSI-Standard Ethernet					N
							T	

Source: DEC

II.2.6 HELWETT-PACKARD (HP).

II.2.6.1 L'avant OSI.

Helwett-Packard a débuté dans le domaine des communications comme la plupart des compagnies américaines, en développant une architecture propriétaire de réseau. Cependant, il lui était impossible de devenir compétitif dans ce domaine avec les compagnies plus importantes comme IBM ou DEC. Aussi HP a-t-il décidé très vite d'abandonner son réseau propriétaire et d'adopter une stratégie de réseau basée sur les standards internationaux. C'est ainsi qu'en 1983, HP était une des compagnies fondatrices de COS et que plus tard, HP fut la première compagnie américaine invitée à participer aux travaux de SPAG.

II.2.6.2 Les produits OSI existants.

En mai 1988, HP s'étant déjà lancé dans l'aventure OSI annonçait 'OSI Express', une carte pour PC qui implémentait les sept couches du modèle OSI. "Nous avons fait un investissement majeur vers OSI en introduisant OSI Express" déclarait Bernard Guidon chez HP. OSI Express était accompagné d'une large gamme d'autres produits basés sur OSI, incluant deux nouveaux protocoles TOP/X.400, MAP 3.0 'Manufacturing Message Specification' (MMS), MAP 3.0 FTAM, etc.

HP a réalisé que, pour présenter OSI à ses clients, il devait leur proposer un ensemble cohérent et complet et ne pas avoir une approche horizontale en proposant une couche à la fois. "Durant les sept dernières années, on a découvert OSI pas à pas. Ceci a entraîné un problème de crédibilité : OSI était-il réellement prêt ? ", commente Guidon.

HP a fait le pari qu'il était temps de présenter à ses clients des solutions OSI pour permettre aux acheteurs de construire un environnement personnalisé en utilisant le produit qui leur convient le mieux, qu'il vienne de n'importe quel constructeur. Cependant, HP reconnaît que les standards OSI sont mieux acceptés en Europe qu'aux Etats-Unis.

Etant donné le peu de succès de OSI auprès des utilisateurs américains, HP devait fournir à ses clients désireux de s'engager dans OSI, un moyen de ne pas pour autant se couper des réseaux existants. C'est ainsi que le réseau HP AdvanceNet supporte des standards de fait comme TCP/IP et SNA (voir figure 2).

OSI Layers		Advancenet Layer								
Application	7	USER APPLICATION								
		NS Services						X.400	FTAM	CASE
		VT	NPT	RPM	IPC	RFA	RDBA			
Presentation	6	0	0	0	0	0	0			
Session	5	Service-specific subsets						OSI Session Transport	MAP 2.1	
Transport	4	TCP transport								
Network	3	Internet Protocol					X.25			
Data Link	2	HDLC/Bisync			802.2		LAP-B		802.2	
Physical	1	PSTN X.25			802.3		X.21 bis/V.24		802.4	

Note: Service boundaries marked with a "*" do not map completely onto OSI reference model

Source: DTI/CCTA

fig.2 HP AdvanceNet et OSI à l'heure actuelle.

II.2.6.3 Les produits OSI en prévision.

HP est donc déjà totalement engagé dans les produits OSI. Les spécialistes considèrent HP comme étant le leader dans les

produits conformes au standard. Et la politique de HP est d'essayer de garder cette réputation en implémentant les standards alors qu'ils ne sont encore qu'au stade de proposition. Les prévisions pour HP Advancenet sont présentées à la figure 3.

OSI Layers		Advancenet Layers						N E T W O R K M A N A G E M E N T
Application	7	USER APPLICATIONS						
		VT,NFT,RPM,IPC RFA,RDBA		FTAM	TOP3.0 ACSE	MAP3.0	ODA X.400	
Presentation	6	Null Presentation		Basic Presentation				
Session	5	Service Specific subsets		Basic Service including BAS, BCS				
Transport	4	ISO Transport						
		Class 4			Classes 0,2			
Network	3	Connectionless NP			X.25		ISDN	
Data Link	2	HDLC/Bisync		802.2	LAP-B			
Physical	1	PSTN	X.21	802.3	X.21bis/V.24			

Source: DTI/CCTA

fig.3 HP AdvanceNet et OSI en prévision.

C'est ainsi que HP offre sa propre version d'un gestionnaire de réseau bien que le développement du standard OSI n'en soit qu'à ses débuts. Ce produit s'appelle Open-View. En environnement étendu, Open-View est installé sur un système HP-3000. Il permet la gestion de réseaux X.25 et SNA, de réseaux locaux, de connexions téléphoniques, et de connexions point à point sur lignes louées.

La politique future de HP est de participer activement aux travaux des groupes de standardisation, de développer des services de tests de conformité, et de définir des stratégies de migration vers OSI pour ses utilisateurs.

C'était du moins ce que déclarait HP fin 1988, mais d'après un article récent paru dans la revue Telecom International, "Après s'être affiché comme un précurseur de l'OSI, HP déclare non pas faire un pas en arrière mais "élargir" son offre à l'hétérogénéité, en supportant notamment le protocole TCP/IP. Son 'Network Node Manager' apporte, sur HP 3000, sous TCP/IP, la gestion des pannes, des performances et de la configuration (avec un système de carte graphique de la topographie en gestion dynamique!). De plus, un package logiciel d'administration de réseau distribuée sera disponible au second semestre 1990, autorisant la surveillance des ordinateurs par le déclenchement d'alarmes (qui pourront être remontées vers Netview d'IBM, par exemple)".

II.2.7 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP. (IBM).

II.2.7.1 L'avant OSI.

Depuis le début des communications entre ordinateurs, IBM est présent sur le marché. En 1971, le travail de définition de son architecture propriétaire 'Systems Network Architecture' (SNA) commençait, pour aboutir à sa sortie sur le marché en 1974. On peut remarquer en passant que la période d'étude avant que le produit n'apparaisse sur le marché a été bien plus courte que pour les standards OSI, pour lesquels il a fallu attendre une dizaine d'années avant de voir apparaître les premiers résultats.

Le but de SNA était - et est toujours - de fournir une architecture de base pour tous les produits liés à la communication entre deux machines IBM. SNA peut être vu comme un "système ouvert d'interconnexion interne à IBM" ! Dans la définition de SNA, IBM a délibérément choisi une approche verticale (au contraire de OSI) : les fonctionnalités de base ont été définies pour chaque couche de manière à pouvoir implémenter le plus rapidement possible des produits pilotes pour les

tests. Avec ces produits pilotes, IBM a pu expérimenter différentes solutions et ainsi faire évoluer son architecture. On trouvera à la figure 4 une comparaison de l'architecture SNA avec l'architecture OSI. On se rend compte grâce à cette comparaison que la découpe en couche de SNA a influencé la découpe du modèle OSI même s'il y a des différences dans la définition de chaque couche.

APPLICATION	APPL./DEVICE
PRESENTATION	PRESENTATION
SESSION	DATA FLOW CONTROL
TRANSPORT	TRANSMISSION CONTROL
NETWORK	PATH CONTROL
DATA LINK	DATA LINK CONTROL
PHYSICAL	PHYSICAL
OSI	SNA

fig.4 comparaison de la découpe en couche des modèles de référence SNA et OSI.

" La première version de SNA pouvait seulement mettre en oeuvre un réseau structuré en arbre autour d'un hôte central. Depuis lors, SNA s'est développé essentiellement dans deux directions. La première évolution consistait à relier des hôtes centraux avec des terminaux dans une relation maître-esclave. La seconde évolution consistait à transformer l'architecture SNA de manière à supporter un environnement de processus coopérants, par lequel des terminaux éloignés pouvaient se relier à un hôte central mais pouvaient aussi se relier entre eux dans une relation symétrique (appelée 'Low Entry Networking' (LEN) par IBM). Le LEN est basé sur l'implémentation de deux protocoles : 'Logical Unit 6.2' (LU6.2), dont l'implémentation porte le nom de 'Advance Program to Program Communication' (APPC), et le 'Physical Unit 2.1' qui permet la connexion

point à point entre deux noeuds pairs sans demander le contrôle de l'hôte central". (Tillman M., 34)

Présentons ici en quelques mots le principe du LU6.2 et son rôle dans l'architecture SNA.

En SNA, une unité logique ('Logical Unit' (LU)) est un port d'entrée dans le réseau à travers lequel les utilisateurs peuvent communiquer avec d'autres utilisateurs. Par exemple, le terminal sur le bureau d'une certaine personne est le port d'entrée ou l'unité logique donnant accès au réseau.

Le type d'une unité logique caractérise les sessions que celle-ci peut supporter, en identifiant le sous-ensemble de protocoles utilisés à différentes couches de l'architecture. Le LU6.2 est une des dernières additions à l'architecture SNA, qui va plus loin que les type LU précédents. En plus de définir un sous-ensemble de protocoles, cette unité logique a aussi les caractéristiques suivantes :

1. Elle fournit une plate-forme distribuée pour les programmes de transaction comme illustré à la figure 5.
2. Elle présente une interface de services rigoureusement définis aux programmes de transaction.
3. Elle permet l'interface avec d'autres possibilités de l'environnement local tel que un gérant de base de données, pour coordonner la synchronisation et assurer la sécurité.
4. Elle présente beaucoup de caractéristiques et d'options performantes.

Pour illustrer la position de IBM par rapport au standard OSI, il est intéressant de noter qu'en 1986, IBM a proposé l'adoption du LU6.2 comme standard de protocole OSI. Marc Levillon responsable de la normalisation chez IBM France et en même temps président de la commission de normalisation SC21 OSI de l'AFNOR, observe : " Le transactionnel, ayant atteint le niveau de DIS ('Draft International Standard') est essentiel

pour la communication entre applications. C'est la vision de du LU6.2 concrétisée par l'APPC qui en est la mécanique". Cette proposition a suscité l'indignation chez les autres constructeurs ainsi que chez les membres de comités de standardisation qui sont toujours un peu méfiants vis-à-vis des propositions d'IBM. C'est pourquoi cette proposition d'IBM a été refusée à une large majorité.

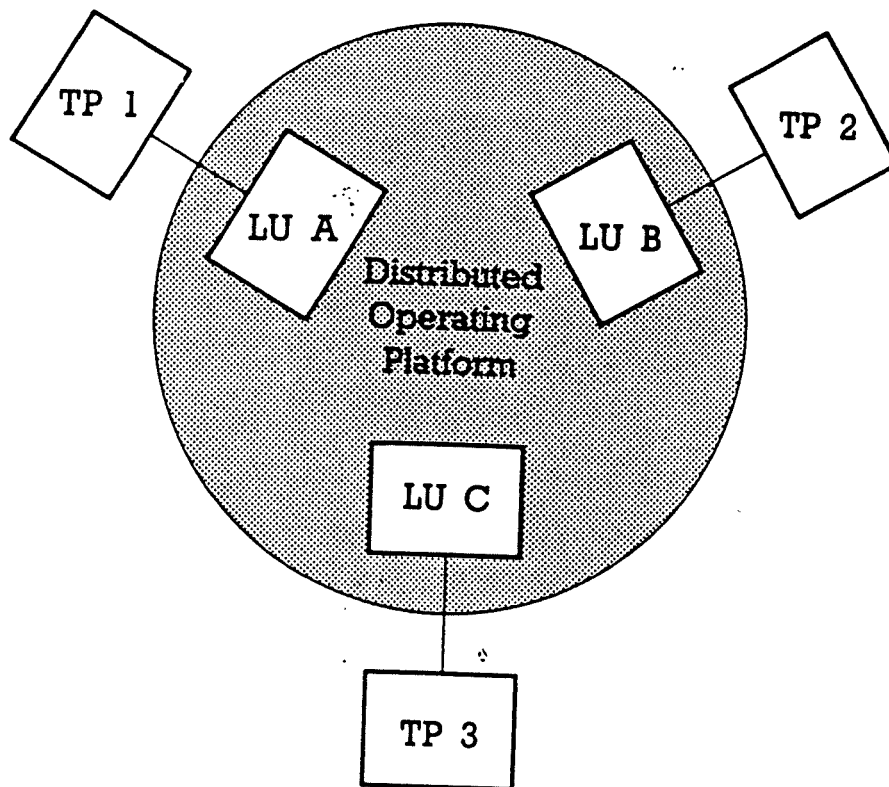


fig.5 La plate-forme distribuée du LU6.2.

II.2.7.2 Les produits OSI existants.

IBM est un des constructeurs les plus prudents dans son engagement vers OSI. Il participe certes aux organismes internationaux de standardisation, mais c'est surtout pour essayer d'influencer la définition de standards qui le serviraient au mieux.

"IBM considère que les standards sont utiles pour autant qu'ils servent les intérêts des utilisateurs, qu'ils n'imposent pas de restrictions sur l'implémentation de nouveaux produits, et qu'ils sont réalistes et économiquement rentables. De manière générale, on peut dire qu'IBM prétend qu'un bon standard - comme OSI - ne devrait pas diminuer ou exclure l'utilisation de réseaux propriétaires, mais devrait au contraire les encourager à protéger l'investissement des vendeurs et des utilisateurs qui se sont engagés fermement dans le développement de programmes d'application".

Comme IBM a tendance à considérer que ses solutions sont souvent les meilleures (ce qui n'est pas toujours faux), il aura aussi tendance à garder son architecture propriétaire. Cependant, il considère le standard OSI comme étant un bon moyen pour pouvoir interconnecter un grand nombre de systèmes. Même si en bout de chaîne ils ne sont pas tous semblables, et que, en particulier, les clients IBM utilisent les solutions spécifiques proposées par IBM. En effet, IBM considère que sa solution SNA est encore supérieure à OSI comme on peut le constater dans la citation suivante :

" - SNA est une architecture mûre, bénéficiant de plus d'une dizaine d'années de développement intense de son architecture et des produits qui y sont liés.

- IBM et ses utilisateurs ont considérablement investis dans le développement de logiciels basés sur SNA.

- Les services de gestion et de contrôle de réseau, profondément liés à l'architecture tout entière, et fondamentaux pour le traitement de grands réseaux SNA, ne sont pas encore complètement définis dans les protocoles OSI, et pourraient ne jamais être définis de manière à contribuer à la convergence de SNA avec OSI.

- Les développements de SNA sont en partie liés à la pression du marché provenant des princi-

paux utilisateurs de IBM, celle-ci pouvant être souvent en conflit avec une convergence vers OSI". (Mairs C., 35).

C'est ainsi que la politique actuelle de IBM serait plutôt de fournir des passerelles vers OSI (dont le but est l'interconnexion), pour pouvoir se connecter plus facilement avec d'autres réseaux propriétaires ou avec d'autres systèmes ne suivant pas SNA. D'après IBM, SNA et OSI devraient se compléter dans les situations particulières où les utilisateurs choisiraient de ne pas utiliser exclusivement SNA ou un autre protocole propriétaire.

Cependant, IBM propose malgré tout des produits OSI mais ceux-ci sont disponibles uniquement en Europe et pas aux Etats-Unis, mis à part X.25 et quelques couches inférieures.

a) La couche Physique.

Au moment où IBM a développé son architecture SNA, les standards pour la couche Physique existaient déjà. Si bien que dès le début, SNA supportait RS-232-C et X.21. Pour les réseaux locaux cependant, IBM a utilisé exclusivement le protocole d'anneau à passage de jeton pour lequel il propose pour l'instant la meilleure implémentation.

b) La couche Réseau.

Aux Etats-Unis, IBM fournit des produits permettant la connexion avec des réseaux X.25 :

1. 'Network Packet Switch Interface' (NPSI) peut être installé sur un processeur frontal IBM 37X5 tournant sous 'Network Control Program' (NCP) pour interconnecter des systèmes basés sur X.25 et des systèmes basés sur SNA.
2. XI procure aussi une interconnexion SNA-OSI.

En Europe, IBM fournit un service OSI par 'Open Systems Network Support' (OSNS) qui est un programme permettant de

créer ou de détruire des circuits virtuels et de transférer des données entre des appareils OSI. OSNS requiert cependant l'utilisation de 'Virtual Telecommunication Access Method' (VTAM) par l'hôte sur lequel il est implémenté ainsi que NPSI.

c) La couche Transport et la couche Session.

En Europe, IBM fournit 'Open Systems Transport and Session Support' (OTSS) qui est un programme permettant de supporter certains protocoles de transport et de session conformes à OSI. Il peut être utilisé pour développer des applications typiquement OSI tel que X.400.

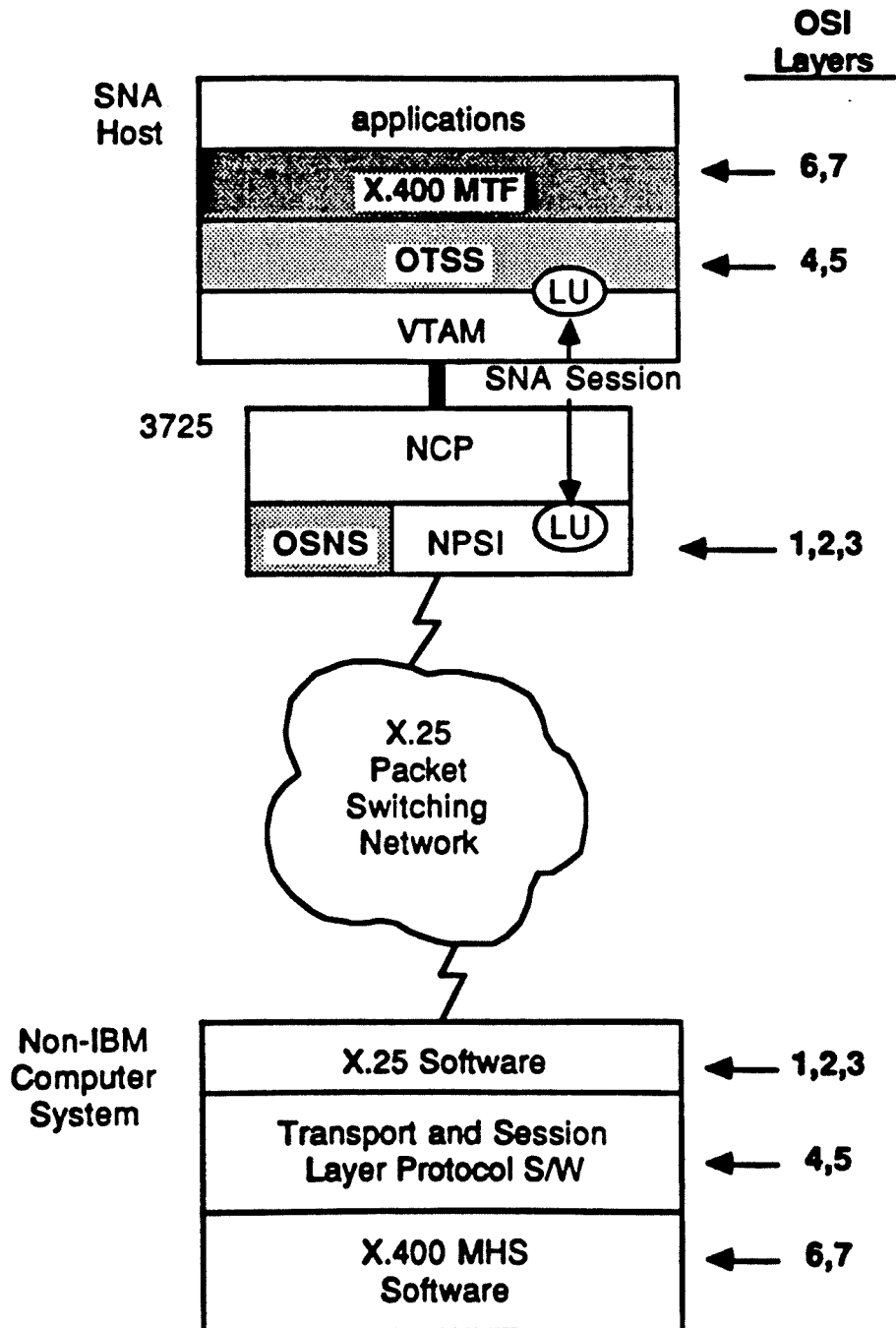
d) La couche Session et la couche Présentation.

En Europe, IBM fournit 'General Teleprocessing Monitor for OSI' (GTMOSI) qui est un programme permettant l'utilisation de protocoles OSI de la couche 4 à la couche 6.

e) Conclusion.

Cet essai par IBM de présenter une pile complète de protocoles conformes à OSI n'est pas applaudi par tous les utilisateurs. Alain Fontaine de Louvain-la-Neuve préférerait utiliser TCP/IP pour une interconnexion internationale plutôt que de devoir installer de l'OSI sur IBM. Car avec ce que présente IBM à l'heure actuelle, il faut d'abord acheter SNA et ensuite acheter tous les appendices qui permettent de se présenter OSI. Alors que IBM a implémenté TCP/IP sans l'utilisation obligatoire de SNA, en mode indépendant. Dans ce contexte, A. Fontaine trouve que OSI sur IBM n'apporte pas assez de services supplémentaires pour justifier son adoption. Il fait d'ailleurs remarquer que même à la Direction Générale 13 de la CCE, on utilise TCP/IP.

IBM OSI Product Support



Source: Network Strategies, Inc.

II.2.7.3 Les produits OSI en prévision.

IBM expérimente à l'heure actuelle les protocoles OSI des couches supérieures à son centre de recherche en Europe. Il semblerait cependant que les recherches vont surtout dans le sens d'une passerelle SNA-OSI. Car l'utilisation d'une passerelle permettrait à IBM d'adopter l'architecture OSI tout en gardant son architecture SNA.

" IBM se place ainsi dans une situation où il n'a rien à perdre, disent les observateurs. Avant que les standards ne commencent à s'imposer, IBM détient les meilleures solutions pour l'échange de documents, la communication entre programmes, et la gestion de réseau; et une fois que les standards seront disponibles, IBM sera capable de lier ses produits plus facilement avec des produits non SNA". (Wilson T., 26)

A plus long terme, il se pourrait qu'IBM s'engage un peu plus dans OSI quand celui-ci sera entièrement défini, en suivant sans doute MAP/TOP et GOSIP. Car IBM n'a pas intérêt à positionner son architecture SNA isolée face à OSI en obligeant les utilisateurs à faire le choix entre les deux. D'après Mr. Strobl, IBM sera un des vendeurs qui engageront les implémentations de standards OSI sur le marché. "IBM proposera sur le marché des noeuds compatibles OSI qui pourront s'interfacer avec l'ossature du réseau SNA," dit-il. "Il établira ses propres implémentations de OSI, et peut importe (pour IBM) que le client choisisse SNA ou OSI, du moment que ces deux architectures permettent à IBM de vendre du matériel, du logiciel, et des services de gestion de réseau".

CHAPITRE II.3

L'ATTITUDE DES UTILISATEURS

En général, les utilisateurs attendent qu'on leur montre des applications qui sont implémentées et qui font preuve de la même efficacité et des mêmes fonctionnalités que ce qui existe déjà sur le marché. Ils sont certes conscients de ce qu'ils ont à gagner en "forçant" les fabricants à adopter les standards OSI, mais ils ont des besoins immédiats que les produits OSI ne peuvent pas toujours rencontrer. Citons à titre d'illustration un article paru dans la revue "Telecoms International" de mars 1990 qui rapportait les faits marquants du salon Comnet 90 à Washington. Parmi ceux-ci, l'article parle des logiciels d'administration de réseau en ces termes :

"Le thème qui cristallise le plus l'attention reste l'administration de réseaux. Tous les fournisseurs du marché, des fabricants de câbles aux opérateurs, s'y jettent à corps perdu, soit pour augmenter leur valeur ajoutée, soit pour prendre place sur un créneau de produits considérés comme stratégiques pour surveiller le marché. Pas un constructeur qui ne propose 'son' administration réseau. [...] C'est surtout à l'interface LAN-WAN que se focalise l'attention; mais outre les ingrédients dorénavant stables de 'la' station de gestion de réseau : UNIX plus interface graphique de type X-Window, utilisation d'une base de données MIB ('Management Information Base') de type relationnel, et de plus en plus de systèmes experts (au moins pour la localisation d'anomalies), il est clair que 'le' système d'administration de réseau ouvert et universel n'est pas encore né.

Alors, malgré ses limitations, on se rabat sur SNMP ('Simple Network Management Protocol') construit autour de TCP/IP et désormais au centre des choix de la majorité des constructeurs. Faute de grives, nous mangerons sans doute du SNMP !"

On remarque aussi grâce à l'exemple de SNMP que les utilisateurs sont encore très tributaires des choix faits par les constructeurs dans le domaine des produits proposés. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, il semblerait que la solution SNMP soit privilégiée à l'heure actuelle notamment par Synoptics qui a décidé de l'adopter et par IBM qui a décidé de le supporter au sein de Netview. IBM a développé une liaison entre Netview et SNMP pour le réseau NSFnet* des universités américaines, SNMP envoyant des informations d'état à Netview et Netview émettant des commandes vers SNMP.

Cependant, nous pouvons remarquer que même si les utilisateurs préfèrent attendre que les produits OSI soient plus répandus et quittent un peu le domaine des promesses pour entrer dans le domaine du réel, ils demandent aux constructeurs de leur promettre un plan de transition pour migrer vers OSI, sans trop de difficultés ni de coûts, quand le moment sera venu.

La situation est différente en Europe et aux Etats-Unis en ce qui concerne l'attitude des utilisateurs. C'est en Europe que la tendance vers OSI est la plus forte et ceci peut s'expliquer par différents facteurs.

Tout d'abord, aux Etats-Unis, les réseaux dits "propriétaires" sont un fait acquis depuis de nombreuses années et sont plus répandus qu'en Europe. Le changement, s'il se faisait, devrait se passer sur une échelle beaucoup plus grande qu'en Europe.

Ensuite, en Europe, les administrations des postes et des téléphones ont une plus grande influence pour tout ce qui touche aux télécommunications car elles ont plus de pouvoir pour imposer leurs exigences sur la manière d'utiliser un réseau. Or, étant donné la configuration géographique plus disparate de l'Europe, les communautés doivent traverser de nombreuses frontières territoriales pour se connecter. Les gouvernements des différents pays ont donc un plus grand besoin

* Voir section 4 pour une description des principaux réseaux étendus.

d'harmonisation des procédures. C'est pourquoi les PTTs européennes sont plus tentées par l'adoption d'un standard international que les compagnies téléphoniques américaines.

Et enfin, il faut tenir compte de la plus grande puissance des constructeurs américains qui, par principe, ne sont pas toujours aussi favorables aux standards car ils disposent de solutions propriétaires bien établies et suffisamment répandues.

Mais même en Europe, on peut dire que l'attitude des utilisateurs est à la prudence, ils préfèrent en général attendre que d'autres se soient frottés à l'OSI avant de s'y lancer eux-mêmes.

Les discussions sur les différents profils fonctionnels qu'il est nécessaire de définir, contribuent à la méfiance des utilisateurs face au manque de maturité des produits OSI. C'est ainsi qu'Alain Fontaine nous parle par exemple du conflit non résolu entre mode connecté et mode non connecté. Il nous dit : "Si jusqu'au niveau 4, il peut encore y avoir des systèmes OSI qui ne peuvent pas communiquer, où est l'avantage d'adopter un standard international ? Car de plus, ce n'est pas au niveau 4 que l'on peut faire une passerelle d'interconnexion".

Edouard-Bernard Michel, coordinateur du système d'information chez GEC-Alsthom abonde dans le sens de cette critique lui aussi :

" La sélection des profils fonctionnels, avec tout ce qu'elle suppose (étude des besoins, etc.) refroidit plus d'un utilisateur et l'amène à se satisfaire de standards "constructeurs". " (tiré de la référence 38).

Même remarque de Denis Deléard, secrétaire général du Cigref (Club informatique des grandes entreprises françaises) qui constate par exemple que :

" Intégrer FTAM implique le choix d'un profil fonctionnel, qu'il n'est pas facile à déterminer.

Cela suppose une vision stratégique à long terme, une situation autrement plus délicate que celle consistant à s'en remettre à l'architecture d'un constructeur".

Il continue cependant en précisant que :

" Cette situation devrait favorablement évoluer du fait que se multiplient sur le marché les produits certifiés et conformes. Un marché qui, de 289 millions de dollars en 1989 devrait croître à plus de 1.7 milliards en 1992, dans le monde (source Infonetics)". (tiré de la référence 38).

Un deuxième élément poussant les utilisateurs à la prudence face aux produits OSI est le coût qu'ils peuvent occasionner si on le compare à des solutions plus simples et peut-être un peu moins riches mais qui ont fait leurs preuves comme la pile de protocoles DDN (de la défense américaine dans le réseau ARPA Internet). Alain Fontaine nous dit que se lancer dans l'aventure OSI maintenant risque de lui coûter plus cher à l'achat de logiciel de départ, en maintenance d'un produit nouveau, et en frais de fonctionnement de personnel d'encadrement. Il remarque par exemple que la documentation des protocoles du DDN est beaucoup plus succincte (et moins chère à se procurer) que les définitions des normes OSI, ce qui fait qu'un homme pourrait à lui seul très bien maîtriser une technologie plus simple comme la pile DDN, alors que la maîtrise de tous les documents OSI demanderait plusieurs hommes et beaucoup de temps. Pour TCP/IP ajoute A. Fontaine, il existe beaucoup de spécialistes dans le domaine qui peuvent vous aider très rapidement et souvent très efficacement. Il suffit de poser son problème sur une liste de distribution de courrier électronique, et on peut être assuré d'obtenir une réponse proposant une solution assez rapidement. Ceci est important pour les utilisateurs et il ne semble pas que les défenseurs de l'OSI soient en mesure de leur proposer la même aide.

On peut relever une troisième raison de l'attente de certains utilisateurs avant d'oser s'engager dans l'OSI, dans la lenteur de définition et de stabilisation des normes. L'industrie de l'Aérospatiale en France a par exemple fait une

mauvaise expérience avec les normes OSI en décidant dès 1983 d'adopter le standard X.400 pour l'échange de messages électroniques, mais la norme ne s'est pas clôturée à temps.

" C'est toujours très risqué d'intégrer une norme". observait M. Berquin, responsable télécommunications à l'Aérospatiale, " Cela fait des années que les constructeurs annoncent des messageries X.400 (Bull, DEC...) mais dans la pratique, cela ne fonctionne pas".

Enfin, une quatrième et dernière raison de la position d'attente des utilisateurs, est le manque dans les standards OSI d'un protocole d'administration de réseau. Il s'agit là d'une priorité cruciale pour la plupart des entreprises pour laquelle l'OSI ne fait pas l'unanimité. C'est la préoccupation majeure de l'Aérospatiale avec ses trois architectures constructeurs (IBM, Bull et DEC), tout comme celle de Rhône-Poulenc :

" Notre architecture réseau aurait pu être entièrement conforme aux couches basses de l'OSI, en utilisant X.25, " précise M. Lesimple, " mais la concrétisation de Netview d'IBM est un des éléments qui nous a retenu, face aux déclarations incertaines de l'ISO.. Or on ne peut pas avoir plusieurs systèmes de gestion distincts alors que les systèmes hétérogènes sont sensés converser entre eux".

" FTAM est encore trop embryonnaire. Nous attendons que les grands constructeurs l'intègrent, et ce, à un coût supportable". dit Roger Dumaine de la Caisse nationale du Crédit Agricole française.

C'est souvent pour ces raisons que certains utilisateurs considèrent TCP/IP comme du "pré-OSI" et utilisent donc les produits basés sur TCP/IP. Ainsi, chez Rhône-Poulenc, on utilise Telnet avec TCP/IP qui offre l'avantage du terminal virtuel et des émulations VT220 de DEC, 3270 d'IBM.

" La seconde solution," dit Maurice Lesimple, responsable architecture et prospective au sein de la direction du système d'information, " c'est SMTP,

avec sa messagerie simplifiée qui doit logiquement céder la place à X.400; mais il existe aussi le protocole de transfert de fichiers FTP de l'ARPA. Certains de ces produits sont utilisés sur quelques sites mais non généralisés. FTP évoluera vers FTAM..."

De même, à l'Aérospatiale on affirme :

" Grâce à l'OSI, nous remplacerons TCP/IP; il y aura vraisemblablement convergence... sinon nous ferons cohabiter les deux" explique Jean-François Berquin.

Malgré cette méfiance, les utilisateurs sont intéressés par les normes internationales qui leur permettraient d'être indépendants d'un constructeur particulier. Aussi la migration vers OSI figure-t-elle dans les plans de la plupart des grandes entreprises françaises d'après une étude du Cigref : dix entreprises sur seize interrogées intègrent dans leur plan stratégique leur volonté de migrer vers OSI. Pour plusieurs d'entre elles, les applications de la couche 7 sont déjà en phase expérimentale ou en projet; quatre entreprises sur seize utilisent X.400 au stade des tests de conformité (six autres les rejoindront à court terme) et deux sur seize expérimentent FTAM (sept autres les suivront à moyen ou à long terme).

De plus, il faut nuancer la méfiance des utilisateurs face au modèle OSI, en remarquant que l'attitude n'est pas nécessairement la même pour toutes les couches du modèle OSI. En effet, les couches basses du modèle ont plus de succès parmi les protocoles OSI. Ceci étant en grande partie dû à la poussée des PTT dans ce sens avec leur offre du réseau public X.25 (DCS en Belgique et Transpac en France). C'est ainsi que le Crédit Lyonnais a très tôt fondé sa normalisation autour d'un réseau privé X.25 :

" Il n'était pas question d'avoir des équipements multi-constructeurs et de vouloir, en même temps, faire du SNA," explique Philippe Blin, responsable du groupe Systèmes du Crédit Lyonnais, " Aujourd'hui, l'état d'avancement des normes OSI nous

permet de concrétiser nos choix [...]. Désormais, nous allons vers la normalisation de bout en bout pour l'ensemble de nos serveurs. X.25 pour les normes 1, 2 et 3, et intégration des normes OSI pour les couches 4, 5, 6 et 7".

De même chez EDF, le réseau Retina a été très tôt implémenté avec les normes X.25 :

" Le nombre de centres de traitement a progressé d'une vingtaine de sites à 200, d'où la nécessité" explique Pierre Lecocq, secrétaire général de la mission informatique et télécommunications d'EDF, " d'accéder à un réseau unifié "pré-OSI", afin d'éviter une refonte des applications. [...] X.25 y figure en bonne place et pour la couche 4, EDF a eu recours à un protocole "maison", mais très similaire à celui de l'ISO".

Au bilan, beaucoup d'espairs sont placés dans les normes OSI, mais on sait pertinemment qu'il faudra encore beaucoup de patience. "Pour quelques années encore, il faudra recourir à des produits hybrides", estime M. Lesimple.

Toutes ces citations sont tirées de la référence 38.

SECTION III:

GENERALITES SUR LES STRATEGIES DE MIGRATION

CHAPITRE III.1

LES CONTRAINTES DANS LA MIGRATION.

III.1.1 INTRODUCTION.

Nous présenterons dans cette section les grandes lignes de chacune des stratégies de migration dont nous examinerons les particularités plus en détail dans la section suivante. La première constante qui se retrouve dans tous les rapports consultés sur la migration est la mise en évidence des contraintes qu'il faudra respecter pour que la migration soit une "évolution et pas une révolution". Nous présenterons d'abord le type général de ces contraintes qui sont applicables à tous les réseaux étudiés. Puis nous dégagerons des plans de migration étudiés les points marquants qui nous semblent devoir être retenus.

III.1.2 LES CONTRAINTES.

La migration vers OSI d'un réseau quelconque se heurte à l'heure actuelle à deux types de contraintes. D'une part, il apparaît que les standards OSI prennent beaucoup de temps à se développer et à prendre de la maturité pour forcer la confiance des utilisateurs. Ceci est particulièrement vrai maintenant pour les applications OSI et pour la discussion entre les modes orientés connexion et les modes orientés sans connexion. Et d'autre part, un deuxième type de contrainte vient du fait que

les utilisateurs n'ont pas attendu le standard international pour développer leurs applications et utilisent les moyens de télécommunication que les progrès technologiques mettent à leur disposition pour répondre à leurs besoins immédiats. C'est ainsi qu'il existe à l'heure actuelle des solutions avec lesquelles il faut compter et que l'on ne peut pas simplement gommer pour les remplacer par des standards OSI.

Ces deux contraintes sont bien entendu liées car si les standards proposés par ISO en collaboration avec le CCITT prennent tellement de temps à se développer, c'est précisément parce qu'il s'agit de standards. En effet, les décisions prises par les comités de standardisation engageront toute la communauté internationale pour des dizaines d'années, il est donc important de les définir avec le plus de rigueur possible, en prévoyant au mieux les évolutions technologiques futures et en utilisant au mieux les expériences acquises. Et c'est ici qu'apparaît le lien entre les deux contraintes citées ci-dessus. Un standard, pour qu'il soit fiable et durable, ne peut pas se baser sur une étude préliminaire et rapide de la question. Il ne peut se développer que lorsque un assez grand nombre de travaux existent déjà dans le domaine. Car au début de l'investigation d'un nouveau champ scientifique ou technologique, les recherches vont dans tous les sens et aboutissent parfois à des impasses, rebroussement chemin et continuent à explorer d'autres voies. Il ne faudrait pas qu'un standard mal défini engage toute la communauté internationale dans une impasse d'où elle hésiterait à faire demi-tour à cause du statut du standard. Il faut donc dans la définition des standards attendre un peu que le domaine à standardiser ne soit plus dans le front de la recherche mais ait déjà derrière lui quelques bases plus ou moins solides qui ont fait leurs preuves. Le désavantage de cette situation vient du fait que si on attend un peu trop longtemps, il se peut qu'il devienne difficile de détrôner des solutions qui se seraient imposées durant la période de recherche. Ces solutions ne sont pas toujours aussi performantes que ne pourraient l'être les solutions du nouveau standard mais elles ont l'énorme avantage d'exister et d'être déjà opérationnelles. C'est à ce type de contraintes que le modèle OSI doit se confronter. Dans toutes les stratégies de

migration, les difficultés viennent de ces contraintes qui sont le fait de tous les standards et pas seulement de OSI. Ce qui est spécifique à OSI cependant, c'est que les standards que le modèle définit pour les protocoles de communications ne garantissent pas à eux seuls une harmonisation de toutes les implémentations de ce standard. Il faut faire dans chaque standard de protocoles de la pile OSI le choix d'un profil fonctionnel. Car les standards permettent le choix entre différentes options pour faire face à différentes exigences suivant le domaine d'application.

III.1.2.1 Développement lent des standards.

Anton Meijer (référence 32) relève les raisons suivantes pour le développement lent des standards OSI.

a) La manière dont travaille ISO.

Le travail sur OSI est différent des procédures normales dans l'organisme international de standardisation. En effet, dans le passé, il s'agissait de standardiser des technologies connues et ayant fait leurs preuves. Dans ces domaines, le travail pratique n'était pas retardé à cause de standards manquants. Au contraire, les travaux de standardisation étaient enrichis par une expérience pratique. Les procédures de ISO ont été établies de telle manière que toutes les informations importantes puissent être considérées pendant le processus de standardisation. En ce qui concerne OSI, la plupart des choses étaient encore inconnues et des choix devaient être faits sur base d'une expérience limitée [certains critiquent cependant ISO de ne pas avoir assez tenu compte des expériences antérieures (ARPANET, SNA)]. C'est pourquoi le processus 'démocratique' n'était pas nécessairement le plus approprié pour la définition de ce standard.

b) La présence d'intérêts conflictuels.

A cause des différents types de participants, des intérêts conflictuels étaient assurément présents (dépendant des antécédents des participants, de leurs buts, de leurs croyances, et parfois de leurs humeurs). Les quatre groupes cités dans la section 1 sur les standards ont chacun leurs intérêts particuliers et il est parfois difficile de trouver un compromis. A cause des structures de ISO, ces intérêts conflictuels engendreraient des délais considérables.

c) L'absence d'un plan de développement.

Il n'existe pas de plan de développement bien défini de produits OSI ni de structure pour atteindre les buts de OSI [la création de COSINE et RARE semble comblé maintenant ce manque]. Apparemment, peu de gens se satisfont de résoudre des problèmes simples dans un premier temps. S'ils le faisaient, ils pourraient gagner un peu d'expérience pratique avant de s'attaquer à des choses plus passionnantes. Quand le modèle de référence a été défini, un profil fonctionnel minimum pour chaque couche aurait dû aussi être défini, et un plan aurait dû être établi pour une implémentation de ces standards minima. Ceci aurait permis d'éviter l'approche horizontale qui a été celle de OSI jusqu'à présent. OSI peut être comparé à l'histoire d'un immeuble à sept étages, pour lequel un certain nombre d'étages sont complets, tandis que d'autres ne sont pas encore décorés".

d) Un exemple concret.

Nous trouvons un exemple représentatif dans la communauté du réseau NORDUNET des préoccupations des utilisateurs et des contraintes avec lesquelles ceux-ci doivent composer pour définir leurs stratégies de migration.

"Les progrès trop lents d'OSI ainsi que le manque de services utilisateurs adéquats pour la

communauté académique nordique, a conduit à un ajustement des efforts de NORDUnet en 1987, mettant plus d'importance à la coordination des services intérimaires. [Il faut] combiner un développement et une coordination de services intérimaires tout en ayant une politique d'encouragement de support et de développement de produits OSI, parce que OSI n'est pas encore capable de supporter des services produits à grande échelle". (Lovdal E, 8)

Il faut en effet tenir compte de ce qui est disponible actuellement sur le marché comme produit largement distribué. Nous verrons par exemple que l'utilisation de TCP/IP comme protocoles de transmission est envisagée par la plupart des réseaux nationaux ou internationaux.

III.1.2.2 Existence d'autres solutions.

Une contrainte très précise dont il faut encore tenir compte, vient du fait comme nous l'avons dit, que OSI arrive après des solutions existantes. Ces solutions offrent certains types de fonctionnalités aux utilisateurs. Et ceux-ci seront d'accord de changer de protocoles pour migrer vers un standard et ainsi étendre le champ de contacts. Mais ils désireront aussi ne pas y perdre en fonctionnalités. Ils voudront pouvoir continuer à utiliser, avec les nouveaux protocoles, les services auxquels ils étaient habitués auparavant. Il faut donc dans toute stratégie de migration définir au mieux les fonctionnalités offertes par le réseau existant, ainsi que celles offertes par la pile OSI, et trouver où sont les correspondances d'une part, et où sont les différences d'autre part. Ceci étant fait, il faut trouver si possible des moyens pour diminuer les différences qui sont en défaveur du nouveau standard.

Nous verrons que, dans le cas du réseau EUnet, par exemple, c'est ce genre de contrainte qui pousse les responsables à retarder le moment de la migration vers OSI parce qu'ils ne trouvent pas encore la possibilité d'implémenter les services qu'ils fournissent maintenant à la communauté de leurs

utilisateurs sur la pile OSI. Dans le cas de EARN par contre, la correspondance des fonctionnalités des services offerts est plus facile et la migration sera donc plus facile aussi et sans doute plus proche dans le temps.

Dans le même ordre d'idées, il sera nécessaire pendant la migration de continuer à permettre la communication de tous ceux qui pouvaient communiquer avant. C'est-à-dire qu'il faut permettre à ceux qui auront déjà migré de continuer à pouvoir communiquer avec ceux du réseau qui n'ont pas encore pu migrer. Il est important de tenir compte de cet aspect car les nouveaux protocoles ne pourront pas être implémentés d'un coup sur toutes les machines du réseau. Il y aura une longue période de transition qui passera par plusieurs phases que nous développerons plus bas. Durant ces périodes de transition, il faudra être attentif à ne pas séparer le réseau en flots qui ne pourraient plus communiquer entre eux. Pour réaliser cette transition en douceur, il faudra utiliser des convertisseurs* qui feront la correspondance entre les services anciens et nouveaux. Nous présenterons dans le chapitre 3 de cette section les problèmes particuliers qui peuvent apparaître dans la mise en place de tels convertisseurs.

Il faudra aussi prévoir de préserver les communications qui étaient possibles avec d'autres réseaux. Ceci impliquera la mise à jour des passerelles et des relais de conversion pour qu'ils supportent aussi le nouveau protocole.

III.1.2.3 Coûts non négligeables de la migration.

Pour mettre en oeuvre toute migration vers un standard, il faut des hommes, des machines, et des logiciels. Tout ceci demande des moyens de financement. On veut évoluer certes, mais on n'en a pas toujours les moyens. C'est par exemple une préoccupation importante pour les gestionnaires d'un réseau tel qu'EUnet : "La préoccupation majeure qui a été exprimée est de

* Voir le chapitre III.3 pour une description de la distinction faite dans ce texte entre la fonction de convertisseur et celle de passerelle.

trouver des moyens de financement pour lancer le projet et pour pouvoir le poursuivre". (B. Alton, 28).

III.1.3 LES ELEMENTS MARQUANTS DE STRATEGIE DE MIGRATION.

Nous présenterons dans cette partie les généralités que nous avons pu retirer des plans de migration que nous avons étudiés et qui sont présentés à la section 4.

III.1.3.1 Des étapes dans la transition.

En pratique, dans le processus de migration, on distingue souvent deux phases :

1. La migration des couches basses (en dessous et y compris la couche Réseau).
2. La migration des services d'application (une application à la fois avec ses services de Session et de Présentation).

Ceci ne veut pas dire que ces deux phases seront obligatoirement successives ni qu'elles se passeront dans l'ordre mentionné ci-dessus. Mais en réalité, dans la plupart des cas, la transition des couches basses commencera en premier, et il pourra y avoir un recouvrement avec la phase de transition des applications.

Mais l'inverse peut très bien se passer aussi, on peut imaginer des applications OSI bâties au-dessus de couches non OSI : c'est le cas de l'implémentation EAN de X.400, qui tourne dans la plupart des cas sur les couches basses de DECNET; c'est aussi le cas du produit ISODE qui tourne sur TCP/IP.

Des trois cas étudiés dans la section 4, ceux de EARN et de JANET montrent clairement une stratégie dans laquelle la migration se fait d'abord dans les couches basses, alors que le

cas de EUnet nous montre une stratégie dans laquelle les couches hautes sont d'abord examinées.

Dans chacune des deux phases précédentes, on peut encore distinguer pour simplifier, trois étapes principales.

1. Description de l'existant.
2. Cohabitation de l'existant et de l'OSI.
3. fonctionnement avec OSI exclusivement.

La première étape est importante pour pouvoir définir exactement quels sont les besoins particuliers de chaque réseau. Il faut aussi pouvoir indiquer les fonctionnalités qu'il faudra continuer à offrir aux utilisateurs après et pendant la migration. Enfin, une description de l'existant permet de définir quelles sont les lignes à suivre dans la migration et ainsi de pouvoir influencer sur les décisions prises dans les réunions rassemblant les représentants des différents réseaux soucieux de migrer vers une harmonisation européenne, mais dont les intérêts particuliers ne sont pas toujours en accord avec ceux de la communauté dans son ensemble. Celui qui aura le mieux défini ses besoins pourra le mieux influencer sur une évolution de l'application des standards qui soit en sa faveur ou tout au plus qui ne soit pas en sa défaveur.

La deuxième étape s'inscrit dans une stratégie à court terme. Il s'agit de rencontrer la contrainte de cohabitation entre les noeuds OSI et les noeuds non OSI du réseau. Ceci implique la mise en place de convertisseurs de protocoles. Il faudra déterminer les fonctionnalités du nouveau protocole qui seront requises pour offrir une continuité des services aux utilisateurs. Il faudra aussi pouvoir indiquer clairement quelles seront les fonctionnalités de l'ancien protocole qui ne pourront plus être proposées. Et enfin, il faudra déterminer la correspondance entre les anciens services et les nouveaux pour permettre la conversion.

La troisième étape est le but vers lequel on tend. Les travaux à ce moment consisteront à développer de nouvelles applications plus performantes. La plupart des stratégies proposent cependant d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation

du nouveau standard bien avant cette dernière étape. Car même si dans le court ou le moyen terme, il n'existe pas toujours d'implémentations stables et mûres pour les standards OSI, et que les utilisateurs sont forcés d'attendre et d'envisager des solutions intérimaires. Il faut être prêt à migrer quand les produits OSI seront sûrs et largement distribués. Un souci primordial dans toutes les stratégies est d'installer des systèmes pilotes dans le réseau qui permettront d'une part d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation des produits OSI et d'autre part de suivre d'aussi près que possible l'évolution de ces produits sur un petit nombre de machines au lieu de devoir faire évoluer un grand nombre dispersé de systèmes.

III.1.3.2 Le problème de l'adressage.

Durant toutes ces phases de transition, un des problèmes les plus épineux que rencontrent les responsables de la migration est celui concernant les adresses. Pour interconnecter des réseaux existants dans le cadre du modèle OSI, il faut d'abord harmoniser les schémas d'adressage, et il faut ensuite désigner les autorités responsables pour l'attribution des adresses.

Ce problème des adresses existe à tous les niveaux de la hiérarchie des protocoles puisque dans le modèle OSI, il est possible de définir des adresses à toutes les couches. Cependant, dans les plans de migration, c'est surtout le problème des adresses de la couche Réseau qui a retenu l'attention jusqu'à présent. Pour les couches Session et Présentation, le problème n'a pas encore été rencontré. Et pour la couche Application, le problème de l'harmonisation des adresses de courrier électronique est un domaine largement discuté et étudié à part entière indépendamment d'un désir de migration vers OSI ou pas.

III.1.3.3 Le rôle des systèmes de conversion.

Nous examinerons plus en détail dans le chapitre 3 de cette section le rôle que peuvent avoir les systèmes de conversion pendant la transition. Mais il faut dès maintenant mentionner qu'il s'agira d'une nécessité absolue bien pas toujours facile à gérer. Les inconvénients que posent le passage par un système de conversion donnent des arguments supplémentaires à ceux qui poussent à l'adoption la plus rapide possible d'un standard international.

Nous remarquerons cependant plus loin que l'adoption de OSI n'excluera pas totalement la nécessité de devoir recourir à des systèmes de conversion dans certains cas.

CHAPITRE III.2 LE CAS DE TCP/IP.

III.2.1 POURQUOI PARLER DE TCP/IP ?

Pour situer TCP/IP dans le monde des télécommunications et ce par rapport à OSI, nous voudrions citer ici un texte d'Adrien Charles (référence 27) paru en mars 1990..

"Au début des années 80, la Défense américaine a mis au point les protocoles TCP/IP, précurseurs des modèles basés sur les couches de communication. [...] Ces protocoles de communication sont le fruit d'un projet, lancé au début des années 70, destiné à standardiser les moyens de communication entre les ordinateurs de l'administration de la Défense Américaine. Le groupe de recherche qui mena ce projet fut le premier à introduire le concept de 'couches de communication'. Le résultat de ce travail fut l'élaboration des protocoles du réseau ARPANET. Celui-ci fut suivi, lors d'une seconde itération, du développement de TCP/IP dont les premières implémentations virent le jour en 1980. Cette série de protocoles bénéficia des innovations du moment, tels les réseaux à commutation de paquets, les réseaux à collision ainsi que diverses technologies devenues opérationnelles. L'université de Berkeley, enfin, l'intégra dans son UNIX BSD et favorisa ainsi la généralisation de son utilisation. Il n'en reste pas moins que TCP/IP fut le précurseur des modèles basés sur les 'couches de communication', modèle que le

standard OSI a plus tard consacré. Mais TCP/IP reste le plus ancien et aussi le plus simple".

Pour une description simple de la nature de ces protocoles TCP/IP, nous reportons le lecteur à l'annexe A.

Etant entendu que la migration vers le standard OSI est un but avoué (si pas réel) pour tout le monde, il apparaît aussi évident que la migration ne se fera pas du jour au lendemain sans problème. Il faudra donc dans un premier temps composer avec les solutions existantes de la meilleure manière possible. C'est-à-dire qu'il faudra composer avec le standard de fait qu'est TCP/IP avant de pouvoir migrer totalement vers le standard OSI issu d'un travail sérieux de modélisation. Ce dernier ayant pourtant bénéficié des idées nouvelles lancées par les concepteurs du réseau ARPANET, on pourrait dire en boutade que l'élève a dépassé le professeur mais qu'il lui est difficile de le détrôner.

Dans la littérature, quand on parle de stratégies de migration vers OSI, on parle aussi très souvent comme solution existante de TCP/IP qui sont les protocoles de communication les plus répandus actuellement dans le monde. Nous verrons dans cette section quelles sont les principales raisons avancées par certains spécialistes pour s'intéresser à la solution TCP/IP dans une première étape de la migration vers le standard OSI.

Le standard OSI a rencontré et continue de rencontrer certaines réticences de la part des utilisateurs et ceci est entre autre dû au fait (en plus de ce que nous avons indiqué dans la première partie) qu'il existe une solution bien établie, qui a déjà pu être rodée et qui maintenant a fait preuve de fiabilité. C'est la solution TCP/IP. Les utilisateurs se méfient des solutions nouvelles et préfèrent partir sur de bonnes bases en faisant bon emploi de l'expérience acquise. Ceci dit, on peut sans trop de risques faire confiance à la fiabilité des protocoles des couches basses de la pile OSI. Mais on sait que le modèle OSI propose souvent plusieurs variantes de protocoles et qu'il n'y a pas encore accord sur le choix de ces protocoles. On pense ici à la dissension entre

les modes connectés et les modes non connectés par exemple. Il se fait que les standards OSI pour le mode non connecté n'ont pas encore atteint un degré satisfaisant de maturité. Voilà donc une première raison de se tourner vers la solution TCP/IP, du moins temporairement, pour ceux qui ont plus confiance dans le mode non connecté. Il s'agit de la confiance en une solution qui est le fruit de dix ans d'expérience et qui, de plus, est répandue; face à la méfiance en une solution nouvelle dont l'attrait est surtout la cohérence théorique (grâce à un découpage logique en couches) mais qui n'a pas encore pu faire ses preuves sur le plan pratique.

Le but de tous les architectes de réseaux est de trouver une architecture telle que le maximum d'hôtes (et donc de personnes) puissent y être connectés. Ils veulent aussi pouvoir utiliser le maximum de produits proposés sur le marché. C'est bien pour cela que la nécessité d'un standard ne se discute plus mais c'est aussi pour cette raison qu'un architecte de réseau doit faire des choix stratégiques pour que son réseau rencontre autant que possible ces exigences tout de suite. Et avant que ce standard tant attendu ne devienne réalité sur le terrain, l'architecte de réseau doit "composer avec la coexistence d'autres solutions pendant encore plusieurs années. [...] La solution TCP/IP paraît un bon choix pour minimiser la diversité" (Wester E.M., 7).

Dans le même ordre d'idée, on dit qu' "une des faiblesses de OSI, ce sont ses standards et le temps qu'il faut pour les établir". Quand on a des décisions à prendre pour un réseau, on ne peut pas toujours attendre que le standard ait été approuvé par toute la communauté et ait été de plus implémenté par toute la communauté. Une deuxième raison de se tourner vers la solution TCP/IP vient donc du défaut de lenteur de développement des produits OSI.

III.2.2 LES AVANTAGES DE TCP/IP.

La méfiance des utilisateurs de la solution TCP/IP vis-à-vis du standard OSI s'exprime face à différents points particuliers que TCP/IP offre et que OSI ne paraît pas encore maîtriser très bien.

Une grande force de TCP/IP, d'après Lovdal (référence 8), est la possibilité qu'il offre d'interconnecter des réseaux de qualités très différentes en termes de vitesse, de délais, de problèmes de congestion ou de ruptures de liaisons. Cette capacité semble manquer dans les protocoles OSI.

Une autre faiblesse de OSI par rapport à TCP/IP semble être que les standards de routage de OSI ne sont pas encore très stables. Alors que " des routeurs IP de grande performance sont disponibles et à des prix modérés. IP a prouvé son efficacité sur des lignes jusqu'à 1.5 Mbps. " (Carpenter B., 42)

De nombreuses applications telle que NFS, RPC, X-WINDOW etc, sont basées sur les protocoles TCP/IP. Et les services OSI prévus ne peuvent pas encore proposer autant de services à l'utilisateur que ne le permet l'emploi de TCP/IP.

Finalement, on peut encore dire qu'il faudra résoudre le problème de coopération entre CLNS et CONS avant de pouvoir faire confiance dans la stabilité des standards avancés.

III.2.3 LES AVANTAGES DE OSI.

Mais il y a un revers à ces avantages qu'offre TCP/IP à l'heure actuelle car il existe des industriels qui croient en l'avenir de OSI plus qu'en celui de TCP/IP : "Alors que OSI est conçu pour l'extension, TCP/IP est considéré comme une technologie statique. Aucun nouveau protocole TCP/IP n'est en vue et les seules améliorations attendues viendront sous la forme

d'extensions de ce qui existe déjà dans l'environnement TCP/IP. [...] Une caractéristique importante de OSI, c'est qu'il est construit pour l'extension. Quand de nouveaux protocoles deviennent disponibles - et quand de nouveaux progrès technologiques sont effectués - ils peuvent être incorporés à OSI d'une manière modulaire pour étendre la flexibilité totale et la capacité de tout le réseau". (Wilson T., 26). Cette remarque ne fait pourtant pas l'unanimité auprès des contacts que j'ai pu avoir avec d'autres personnes travaillant dans le domaine. Le professeur Lobelle de Louvain-la-Neuve, ne voit pas en quoi les protocoles OSI existant pourraient être plus résistants aux progrès technologiques que TCP. Pour lui, si de nouvelles technologies apparaissaient et imposaient des protocoles moins lourds en temps de calcul pour ne pas freiner la capacité du réseau disposant de cette nouvelle technologie; il ne serait pas plus difficile de remplacer TCP/IP par d'autres protocoles, que de remplacer les protocoles OSI existant par des protocoles qui seraient dans le cadre du modèle OSI.

III.2.4 TCP/IP ET LES COUCHES SUPERIEURES DE OSI.

Les travaux de ISO ces dernières années ont surtout conduit à consolider les couches basses c'est-à-dire de la couche Physique à la couche transport. Mais malheureusement, "les protocoles de la couche application n'ont pas reçu autant d'attention (avec peut-être l'exception remarquable du MHS)" (Rose M., 10). On envisage bien plusieurs autres applications intéressantes telles que FTAM, X.500, VTP etc. Mais parmi celles-ci, on peut considérer que seule X.400 est significativement répandue et donc pleinement opérationnelle. Et pourtant , il semblerait que, en général, les applications proposées dans les standards OSI soient plus puissantes fonctionnellement que les applications existant actuellement. Mais le revers de cette médaille est que les applications OSI mettent aussi beaucoup de temps à se construire. Et ceci conduit à deux remarques dans le contexte de la discussion sur TCP/IP. La première est que, si potentiellement, ces applications sont

plus puissantes, elles arriveront (quand elles seront totalement opérationnelles) après d'autres solutions déjà établies et implémentées dans de nombreux sites. La deuxième est qu'il est possible de faire tourner ces applications OSI au-dessus de TCP/IP grâce par exemple au produit ISODE. Nous discuterons ici de ces deux remarques.

III.2.4.1 Ce qui manque à OSI.

En ce qui concerne la comparaison avec les applications basées sur TCP/IP, nous ferons les quelques remarques suivantes tirées de l'article de Lovdal (référence 8).

1. Le réseau Internet a déjà un service de directory alors que X.500 de ISO n'est pas encore opérationnel. Et "il y a encore un long chemin à faire avant qu'un service de directory à grande échelle soit établi. Et que les accès au directory soient largement intégrés aux interfaces utilisateurs des applications OSI".

2. Le réseau Internet a un service de distribution de bulletins de nouvelles à des "abonnés". Il n'existe aucun service correspondant dans les applications OSI. Les listes de distribution ne proposent pas exactement les mêmes facilités que le service d'Internet.

3. Le réseau EUnet en Europe, qui, au début basait ses applications exclusivement sur le transfert de fichier UUCP du système d'exploitation UNIX mais qui maintenant supporte de plus en plus TCP/IP comme base de communication, propose lui aussi un service de nouvelles (news) qui est équivalent à celui existant sur Internet et qui peut interagir avec ce dernier. Malheureusement, il n'existe donc pas d'application équivalente dans la pile OSI et il n'y a pas non plus moyen d'implémenter cette fonctionnalité au-dessus d'applications déjà existantes. Il a par exemple été suggéré d'utiliser les listes de distribution de X.400. Mais cette approche a malheureusement selon D. Karrenberg au moins trois désavantages majeurs :

1. Elle ne présente pas les mêmes fonctionnalités.
Il est, par exemple, impossible d'implémenter les facilités liées à l'abonnement à un groupe de distribution (report ou arrêt), la distribution limitée géographiquement, le 'cross-posting' (la possibilité d'envoyer un message à plusieurs destinataires en n'envoyant qu'un seul exemplaire dans le réseau).
2. Elle demanderait plus de ressources.
Premièrement, des ressources seront nécessaires en communication car une application spécifique peut utiliser des techniques de compression. Et deuxièmement, des ressources seront nécessaires en espace local de stockage dans le cas où il y a plus d'un abonné à un groupe donné.
3. Elle présenterait un problème complexe.
On remarque en effet grâce à l'expérience acquise dans la maintenance de listes de distributions étendues et parfois distribuées qu'il s'agit d'un problème très complexe.

On attend donc le développement de telles applications spécifiques dans la pile OSI. "Une implémentation fiable d'une nouvelle application de service de nouvelles augmenterait la crédibilité des services sous-jacents de OSI auprès de ceux qui utilisent des applications existantes qui ont pu gagner leur confiance depuis le temps qu'elles existent".

Ces remarques nous amènent à conclure qu'il y a encore du travail de développement à faire pour les protocoles d'application OSI. Mais ces applications sont très prometteuses d'une part par leurs fonctionnalités envisagées et d'autre part si elles parviennent à s'imposer effectivement comme standard international. Remarquons que si ces applications peuvent proposer des fonctionnalités plus puissantes que les solutions existantes à l'heure actuelle, c'est sans doute grâce à l'architecture OSI elle-même qui permet un meilleur 'design' des applications par sa structure en couches très hiérarchisée.

III.2.4.2 Développer des applications OSI sur TCP/IP.

Une des idées qui sont apparues dans la recherche de stratégies de migration vers OSI a été de "combiner une solution existante et sûre pour les couches réseau et transport (TCP/IP) avec la puissance des couches supérieures de OSI" (Onions J., 9). Ceci dans le but de permettre aux utilisateurs de réseaux basés sur TCP/IP d'acquérir de l'expérience avec l'utilisation des services et des protocoles des couches supérieures de OSI tout en restant dans leur environnement stable dans un premier temps. C'est de cette idée qu'est né le produit ISODE. Depuis sa première version, cet ensemble de logiciels s'est développé et permet maintenant d'écrire, sur des machines à système d'exploitation UNIX, des applications OSI au-dessus d'autres couches transport. En particulier :

- "- TP0 sur TCP/IP
- TP0 sur X.25
- TP0 sur CONS
- TP0 sur un protocole TP0Bridge
- TP3 sur le produit TP4 OSI de Sun.

Ceci permet l'écriture d'applications ISODE qui tourneront aussi bien sur des réseaux locaux (LAN's) utilisant les protocoles TCP/IP ou CONS, sur des réseaux grande échelle (WAN's) tel que X.25, ou même une combinaison des deux utilisant le protocole TP0Bridge. De cette manière, il est possible de développer des produits OSI qui tournent sur des infrastructures réseaux existantes et sûres.

De plus, il est possible d'utiliser sur ces machines les nouvelles fonctionnalités de OSI au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles. Et donc permettre le développement de nouvelles applications basées sur OSI d'une manière évolutive et non pas révolutionnaire". (Rose M., 10).

Les applications ainsi développées seront toujours utilisables telles quelles quand on prendra la décision de migrer totalement vers OSI. Cette possibilité est garantie par le fait qu'il existe une "bonne définition générique du design de

l'interface du protocole [de la couche transport du modèle OSI. C'est ce qui fait la force et la puissance du modèle comme outil conceptuel]. De telle manière qu'une implémentation particulière et même le protocole lui-même puisse être facilement remplacé sans affecter en aucune manière le code dans les couches supérieures ou inférieures". (Leong J.).

Mais bien plus qu'un pas dans la migration vers OSI, TCP/IP est de plus en plus considéré comme assez important que pour essayer de l'intégrer dans OSI et d'utiliser un standard qui rassemble les potentialités existantes avec les avantages de la modélisation de OSI. On trouve des commentaires allant dans ce sens dans le rapport cité en référence 42 :

" IP est un système ouvert et indépendant d'un constructeur en particulier, il devrait donc être encouragé comme complémentaire à l'OSI. "

" GARR et UNINETT supportent tous deux les efforts de RIPE pour une coordination à court terme. UNINETT prévoit un rôle à long terme pour RARE. "

" RARE devrait participer aux activités de RIPE (entre autre pour IXI)". (FUNET).

" IP est nécessaire pour un stratégie de migration vers OSI. En particulier, il faudrait considérer les applications OSI tournant sur base de TCP/IP, au lieu de considérer deux piles de protocoles séparées. " (JANET).

" IP peut faire certaines choses que OSI ne peut pas, il n'y a donc pas de conflits avec les buts et la politique de RARE. RARE devrait traiter IP comme il traite IXI". (DFN)

Pour terminer, nous ferons la remarque que permettre à une application OSI de fonctionner sur TCP/IP ne suffit pas pour que cette application puisse interagir avec une autre application qui aurait été développée sur TCP/IP. Par exemple, cela ne suffit pas pour qu'un utilisateur de X.400 puisse envoyer un message à un utilisateur de SMTP. Cette possibilité existe dans le package ISODE mais il s'agit d'un logiciel sup-

plémentaire qui réalise une conversion au niveau application ce qui est, comme nous l'avons dit précédemment, la seule manière envisageable pour permettre l'interaction entre deux applications construites sur des piles de protocoles différents.

III.2.5 VUE GENERALE DU MONDE TCP/IP.

On trouve un exemple d'un choix qui a été guidé en partie par des considérations de cet ordre dans l'article de Lovdal (référence 8) qui décrit la position du réseau NORDUnet qui est le réseau qui a été développé dans les pays nordiques (Suède, Danemark, Finlande, Norvège et Islande) pour interconnecter les réseaux nationaux des sites académiques entre eux et pour leur permettre un accès à des réseaux de communautés de recherche à l'extérieur de la communauté nordique. La mise en place de la structure de NORDUnet a d'abord eu pour objectif de permettre l'interconnexion d'un plus grand nombre d'utilisateurs dans un premier temps. Mais elle est aussi vue comme un lieu important et même obligatoire de coopération des différents réseaux existant pour une migration conjointe vers le standard OSI. Le support de IP dans ce réseau s'est malgré tout imposé parce qu'il était déjà très répandu dans la communauté académique nordique et de plus parce qu'il permettait la connexion au réseau américain Internet, ce qui était considéré comme essentiel par les chercheurs nordiques.

En Europe, le phénomène TCP/IP prend aussi de plus en plus d'importance mais ceci le plus souvent comme une première étape dans une stratégie de migration vers OSI. Une des raisons de l'adoption de TCP/IP à l'échelle nationale et internationale en Europe est la volonté d'interconnecter les îlots TCP/IP constitués des nombreux LAN's existants dans les différents sites académiques qui éprouvent un besoin de communication. "La pile de protocoles de Internet est en effet très utilisée dans les LAN's à cause de la variété des applications et du grand choix de produits. Puisque le mode sans connexion permet de connecter facilement des réseaux IP en encapsulant

les datagrammes IP dans d'autres PDU, de plus en plus de ces réseaux locaux sont devenus interconnectés". (Karrenberg D., 23)

Mais en plus du désir de mieux mettre en valeur les solutions existantes, il existe aussi en Europe une certaine tendance dans certains milieux à favoriser le développement même d'infrastructure TCP/IP. Ainsi "Le nombre toujours croissant de connexions NFSnet européennes est un autre facteur qui favorise l'intégration de IP à un niveau national et international en Europe. En particulier parce que l'accès des utilisateurs aux nouvelles connexions n'est pas aussi limité que dans le cas des anciennes connexions DARPA.[...] Le réseau EUnet en Europe prend aussi de l'importance et EUnet a fait une transition de UUCP vers IP".

"Le réseau HEPnet est lui aussi en train de monter une infrastructure IP en parallèle avec le réseau DECnet que la communauté HEPnet utilise maintenant".

La Suisse avec le réseau SWITCH et l'Italie avec le réseau GARR installent des services IP au niveau national.

Une organisation internationale d'envergure européenne est née dernièrement pour harmoniser les interconnexions de réseaux IP. Il s'agit de RIPE (Réseaux IP Européens)

III.2.6 CONCLUSIONS POUR LA MIGRATION VERS OSI.

En guise de conclusion, nous pouvons dire que la situation actuelle est telle que TCP/IP est encore présent pour plusieurs années certainement et ceci aussi bien en Europe qu'aux Etats-Unis. Il doit donc être reconnu comme une solution intérimaire dans la migration vers OSI et ceci pour deux raisons particulières.

La première est que la mise en place d'infrastructures à l'échelle nationale ou internationale qui permettent la coopération sur base TCP/IP dans un premier temps permettront plus

tard d'utiliser cette coordination dans le but plus lointain de la migration vers OSI.

La deuxième est la possibilité de tester, de développer et d'acquérir de l'expérience avec les applications OSI tout en gardant une suite de protocoles sûrs et répandus dans les couches basses (TPO sur TCP/IP).

Remarquons enfin que, pour la plupart des utilisateurs, TCP/IP est avancé comme une première étape dans la migration vers le standard OSI mais "aucun constructeur n'a encore annoncé de planning précis. A ce jour, les seuls réels demandeurs sont des administrations, soucieuses au plus haut point de leur indépendance, soutenant avec une certaine véhémence le standard OSI. Cependant, pour le commun des utilisateurs, TCP/IP reste l'option la plus courante, celle qui couvre toutes les installations hétérogènes du secteur privé".

CHAPITRE III.3 L'INTERCONNEXION.

Pour continuer à présenter quelques généralités sur les domaines qui entrent dans les préoccupations des gestionnaires de réseaux s'occupant de migration, il nous paraît important de présenter quelques notions traitant du problème de l'interconnexion. Nous présenterons dans ce chapitre les définitions et les concepts que nous avons retenus pour la rédaction de ce texte. Une bonne compréhension de ces concepts s'est avérée nécessaire pour aborder les études de cas présentées à la section 4. Bien que nous n'ayons pas retrouvé une harmonie parfaite dans l'utilisation des termes présentés dans ce chapitre, nous pensons que les définitions qui ont été retenues sont acceptées par une majorité des auteurs. Ces définitions permettent de toute manière de distinguer différents équipements sous différents noms, et de ne pas toujours employer le mot "passerelle" pour désigner n'importe quel appareil ayant trait à l'interconnexion comme certains auteurs sont parfois tentés de le faire.

III.3.1 POURQUOI PARLER D'INTERCONNEXION ?

Etant entendu que la migration vers OSI ne se fera pas en un jour, la nécessité d'interconnexion entre le monde OSI et le monde non OSI est tout à fait évidente et il est important d'en tenir compte et d'en examiner les différentes solutions proposées et les expériences acquises dans ce domaine. Mais le problème d'interconnexion de réseaux est un problème excessivement vaste et existera toujours même quand le standard OSI se sera

imposé partout car il y aura toujours des réseaux de technologies différentes à interconnecter (un LAN Ethernet avec un LAN token ring ou un LAN token bus avec un réseau X.25 etc.). De plus, il sera toujours nécessaire de séparer logiquement deux réseaux de même technologie pour des raisons de répartition des coûts entre différents pays, par exemple, ou pour des raisons de confidentialité. Ceci peut se faire par des techniques d'interconnexion.

Cependant, on peut dire que si OSI s'impose un jour comme standard effectif international, le problème de l'interconnexion subsistera surtout pour interconnecter ce que l'on pourrait appeler des réseaux physiques (jusqu'à la couche réseau) et moins pour interconnecter des réseaux logiques (impliquant la couche application), comme c'est le cas maintenant. La seule nécessité d'interconnecter des réseaux logiques quand les standards se seront imposés, viendra du besoin de séparer logiquement différents réseaux. Cette nécessité peut provenir d'un besoin d'administration et de gestion de réseau ou d'un besoin de confidentialité ou encore d'un souci de sécurité dans le réseau : en séparant logiquement deux parties du réseau, on peut éviter par exemple qu'un virus ne se propage à travers l'entière du réseau. L'interconnexion de réseaux logiques ne devrait donc plus provenir du besoin d'interconnecter des applications ayant le même but mais construites sur des piles de protocoles différentes (comme c'est le cas maintenant quand il faut interconnecter par exemple X.400 et SMTP).

Malheureusement, l'approche qu'a prise ISO pour cerner le problème de l'interconnexion est parfois critiquée par certains auteurs. Nous citerons pour illustrer ceci un article de Tanenbaum (référence 31).

" Dans le modèle OSI, l'interconnexion de réseaux est faite à la couche réseau. Pour être honnête, il ne s'agit pas d'un domaine où ISO a proposé un modèle qui ait reçu une approbation universelle (la sécurité dans les réseaux en est un autre). En examinant les documents, on a l'impression que le concept d'inter-réseau a été rapidement ajouté, en

dernière minute, à la structure principale. En particulier, les objections de la communauté ARPA Internet n'ont pas été considérées avec autant de sérieux qu'elles auraient dû l'être, d'autant plus que DARPA avait 10 ans d'expérience dans le fonctionnement d'un inter-réseau composé d'une centaine de réseaux interconnectés, et avait une bonne perspective de ce qui fonctionnait en pratique et de ce qui ne fonctionnait pas".

Après un bref aperçu de toutes les techniques d'interconnexion suivant la couche à laquelle on se place, nous nous intéresserons surtout dans ce texte aux problèmes d'interconnexion qui apparaissent dans les stratégies de migration vers OSI. Et ces problèmes apparaissent dans deux genres de contextes différents. Premièrement pour permettre au monde OSI de communiquer avec un monde qui n'aurait pas (encore) décidé de supporter les protocoles OSI. Et deuxièmement, pour permettre la continuité des services offerts dans un réseau qui est en train de migrer vers OSI.

III.3.2 BREF APERÇU DES TECHNIQUES D'INTERCONNEXION.

On distingue différentes techniques d'interconnexion suivant la couche à laquelle elles opèrent. Nous présenterons dans cette partie les définitions principales d'usage dans ce domaine.

3.2.1 Le répéteur.

Les répéteurs sont des appareils que l'on peut qualifier de transparents, utilisés pour interconnecter les segments d'un réseau qui utilisent les mêmes protocoles de la couche Physique. Le répéteur est utilisé pour relier deux segments d'un même réseau Ethernet par exemple. Un répéteur peut aussi être utilisé pour permettre une plus grande extension d'un réseau local. En effet, la longueur d'un câble Ethernet est

limitée par la technologie, pour surmonter cette limite, on utilise des répéteurs.

3.2.2 Le pont.

Les ponts sont des appareils principalement utilisés dans les réseaux locaux. Ils connectent deux réseaux semblables ou dissemblables à la couche liaison (couche 2), quelle que soit la couche physique utilisée sur ces réseaux. L'utilisation des ponts n'est permise que si les réseaux à interconnecter ont un schéma d'adressage consistant ainsi qu'une même taille des paquets.

3.2.3 Le routeur.

Les routeurs sont des appareils qui permettent d'interconnecter des réseaux à la couche 3. Les routeurs interprètent les paquets en fonction du protocole utilisé, ils servent donc à interconnecter des réseaux utilisant les mêmes protocoles. L'avantage sur les ponts vient du fait qu'ils peuvent prendre des décisions de routage des paquets, alors que le simple pont ne le peut pas.

3.2.4 Le brouteur.

Les brouteurs sont des appareils hybrides entre le pont et le routeur, ils offrent les meilleures capacités de ces deux appareils en un seul instrument. Les brouteurs sont donc des ponts capables de prendre des décisions de routage.

3.2.5 Les passerelles, les relais, et les convertisseurs.

Quand on interconnecte deux réseaux à une couche supérieure à la couche 3, on parle souvent de passerelle, de relais, ou de convertisseur. Il semble important de discuter

plus en détail la distinction qu'il faut faire entre tous ces termes tels qu'ils sont utilisés maintenant dans le monde des télécommunications. La partie suivante y est entièrement consacrée.

III.3.3 DISTINCTION ENTRE PASSERELLES, RELAIS, ET CONVERTISSEURS.

Dans le cadre de la migration vers OSI, il est intéressant de faire la distinction dans les techniques d'interconnexion entre la fonction de convertisseur ('converter' en anglais) et la fonction de passerelle ('gateway' en anglais). En effet, "Une distinction claire entre la fonction de traduction de protocole (convertisseur) et la fonction d'interconnexion de réseaux par un petit nombre de points de transition (passerelle) évite de fausses assertions sur la nécessité, les avantages et les inconvénients de tels systèmes. Dans la réalité, toutes les passerelles ne sont pas des convertisseurs et vice-versa".

Voici les définitions que propose F. Fluckiger (référence 15) pour ces deux fonctions différentes :

1. *la fonction de passerelle.*

Un système effectue une fonction de passerelle quand il représente un point singulier (parfois unique) de transit de données entre deux (ou plusieurs) réseaux physiques (c'est-à-dire jusqu'au niveau 3) ou logiques (c'est-à-dire du niveau application).

2. *la fonction de convertisseur.*

Un système effectue une fonction de convertisseur quand il effectue une conversion (ou une traduction) de protocole. C'est-à-dire qu'il détermine une correspondance à un niveau de couche donné entre deux protocoles de communication différents.

Nous pourrions paraphraser ces définitions en disant que la fonction de passerelle n'existe que s'il y a transfert d'informations entre deux réseaux distinguables*. Alors que la fonction de convertisseur n'existe que s'il y a une traduction de protocole à un niveau de couche donné.

Nous pensons que l'avantage de ces deux définitions est qu'elles permettent de distinguer deux fonctions dont il faut nécessairement tenir compte dans l'interconnexion mais qui, dans le cadre de la migration, doivent retenir notre attention de manière différente. Ceci s'éclairera dans la discussion qui suit. Il est rare en réalité de rencontrer des systèmes qui ne réalisent pas ces deux fonctions en même temps. Cependant, pour mieux cerner la distinction à effectuer, il est intéressant de donner quelques exemples particuliers de systèmes qui présentent une des deux fonctions sans l'autre.

Mais avant de présenter ces exemples, nous définirons des termes souvent employés dans le domaine de l'interconnexion. Ces définitions sont celles utilisées dans les documents du réseau EARN, elles peuvent se comprendre facilement une fois que l'on a accepté la distinction entre les fonctions de passerelle et de convertisseur.

1. Relais.

Le relais est un mécanisme par lequel un fichier est complètement reçu à un point situé entre l'expéditeur et le destinataire avant d'être renvoyé vers le destinataire. Il effectue une fonction de passerelle telle que définie ci-dessus quand il constitue un point singulier à l'intersection de deux réseaux distinguables. Par exemple, dans le réseau EARN qui utilise le protocole NJE, chaque noeud intermédiaire agit comme un relais.

* Nous dirons de deux réseaux qu'ils sont distinguables s'ils utilisent des technologies différentes (réseaux physiques) ou s'ils représentent des domaines dont on peut distinguer les administrations ou dont les passages de données d'un domaine à l'autre sont réglementés soit pour des raisons de sécurité soit pour toute autre raison.

2. Relais de conversion.

Le relais de conversion est un relais qui effectue aussi une conversion de protocole. Par exemple le relais entre EARN et JANET stocke les fichiers à transférer avant de les envoyer, mais effectue aussi les conversions nécessaires entre les protocoles NJE et ceux du Livre Bleu ('Blue Book').

3. Passerelle.

La passerelle est un mécanisme à travers lequel une connexion point à point peut être réalisée entre deux points situés sur des réseaux différents. Ce mécanisme peut inclure des manipulations d'adresses, des contrôles d'autorisation d'accès, des fonctions de comptabilité, etc. Par exemple, quand une passerelle connecte deux réseaux X.25, les conflits d'adresses entre les deux réseaux peuvent devoir être résolus.

4. Passerelle de conversion.

La passerelle de conversion est une passerelle où une conversion de protocole est exigée. Par exemple, la machine GIFT du CERN est une passerelle convertisseur pour les transferts de fichiers Livre Bleu, DECNET, et CERNET.

III.3.3.1 Exemples de la fonction de passerelle seule.

Un noeud de connexion entre un réseau privé X.25 et un réseau public X.25 ou entre deux réseaux publics X.25, et un boîtier d'interconnexion entre deux réseaux Ethernet sont des exemples de systèmes qui n'implémentent que la fonction de passerelle de niveau réseau puisqu'ils interconnectent des sous-réseaux de communication (dans cet exemple, de même nature). Dans ce cas, on appelle ces noeuds des passerelles suivant la définition donnée plus haut. Quand de tels noeuds interconnectent des réseaux locaux au niveau 2, ils sont appelés des ponts ('bridges' en anglais).

Un MTA (Message Transfer Agent) du courrier électronique X.400 interconnectant un réseau de courrier électronique d'un campus avec un réseau X.400 national (voir figure 1), est un exemple de système qui implémente une fonction de passerelle de niveau application puisqu'il interconnecte des réseaux application (dans cet exemple, utilisant les mêmes protocoles). De tels systèmes sont souvent des relais particulièrement dans le domaine du courrier électronique.

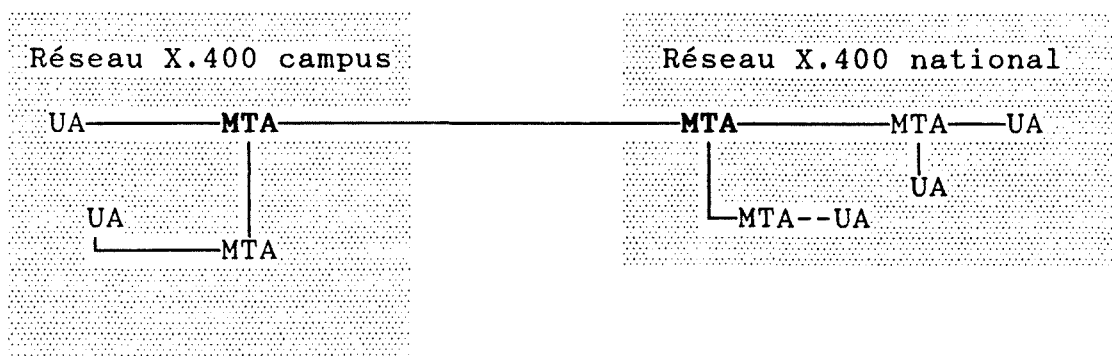


fig.1 Exemple de système implémentant la fonction de passerelle uniquement.

Les deux exemples précédents ne présentent pas la fonction de convertisseur puisque les deux réseaux distinguables qu'ils interconnectent utilisent les mêmes protocoles.

III.3.3.2 Exemples de la fonction de convertisseur seul.

Une machine IBM avec une application de courrier électronique utilisant les protocoles X.400 mais qui est connectée à un réseau utilisant les protocoles NJE (EARN) doit avoir une fonction de convertisseur de protocole uniquement (voir figure 2). Cette machine n'est en effet pas à l'intersection de deux réseaux distinguables mais constitue un noeud final du réseau EARN.

Il nous semble qu'il s'agit là d'un exemple purement académique et qu'en réalité, à l'heure actuelle, un système qui

implémente la fonction de convertisseur, implémente aussi la fonction de passerelle.

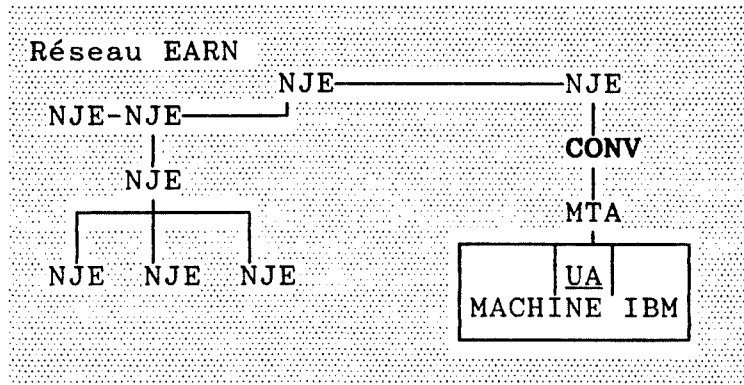


fig.2 Exemple de système de convertisseur seul.

Cependant, cette situation particulière pourrait très bien se présenter dans le cadre de la migration vers OSI. Si un réseau est au tout début de sa migration vers un nouveau standard de protocole, il y a très peu d'hôtes qui ont adopté le nouveau protocole. Pour ne pas isoler ces "nouveaux hôtes" du réseau, une solution possible est de situer la fonction de conversion sur l'accès de chaque nouvel hôte au réseau de manière à ce que tout le trafic sur le réseau se fasse dans les termes de l'ancien protocole. Dans ce cas particulier, on ne pourrait pas parler de passerelle mais bien de convertisseur uniquement.

III.3.3.3 Exemple des fonctions convertisseur et passerelle sur un même système.

Un boîtier d'interconnexion Ethernet-X.25, un convertisseur RSCS-UUCP physiquement connecté à EARN et à EUnet sont des exemples de systèmes réalisant en même temps la fonction de convertisseur et de passerelle c'est-à-dire aussi bien la traduction de protocole que le point de transit entre les réseaux.

Si la machine IBM de l'exemple précédent était aussi connectée à un réseau sur SNA avec l'application de courrier électronique DIA, elle ferait alors aussi office de passerelle (voir figure 3).

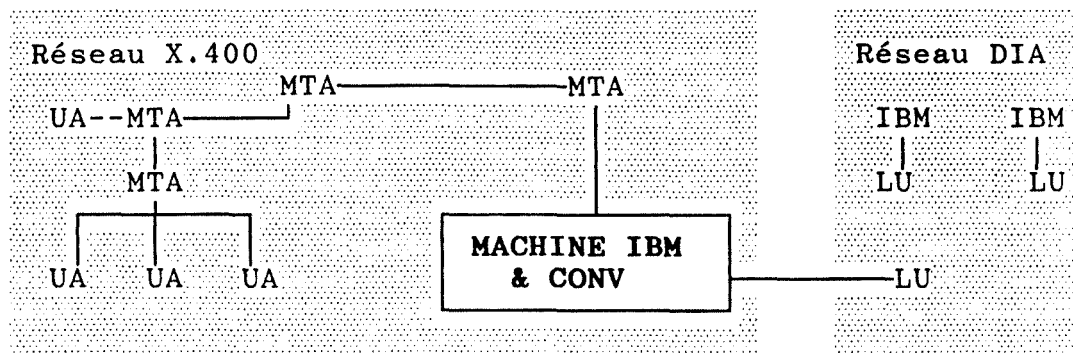


fig.3 Exemple de système de convertisseur et passerelle.

En résumé, la fonction de passerelle est seule quand aucune traduction de protocole n'est effectuée parce que la technologie et les protocoles utilisés dans les réseaux interconnectés sont les mêmes. La fonction de convertisseur est seule quand le système de conversion est implémenté dans un hôte ('end-system') qui n'est connecté qu'à un seul réseau distinguable. Les deux fonctions coexistent dans un système qui interconnecte deux réseaux qui sont distinguables et qui de plus utilisent des protocoles différents.

Maintenant que la distinction entre les deux types de fonctions est établie, nous résumerons ici les problèmes particuliers liés à chacune de ces deux fonctions qui sont présentées par F. Fluckiger.

III.3.3.4 Les problèmes liés à la fonction de convertisseur.

Tout d'abord, pour la fonction de convertisseur, il convient d'être attentif à deux problèmes : la transparence et les fonctionnalités permises.

Il est possible de réaliser des systèmes qui vérifient les deux critères de transparence suivants :

1. Le logiciel utilisé des deux côtés peut rester inchangé.

2. L'utilisateur peut ignorer les spécificités de l'autre système et même ignorer qu'il existe un convertisseur.

En ce qui concerne les fonctionnalités permises, elles constitueront au maximum un ensemble qui est l'intersection des ensembles de fonctionnalités de chacun des protocoles à interconnecter. Le passage par une fonction de conversion diminue donc les fonctionnalités permises. S'il y a plusieurs conversions en cascade, la diminution est encore plus sensible. Il faut donc essayer d'en avoir le moins possible. Et la meilleure manière d'en avoir le moins possible, c'est bien entendu d'utiliser tous le même standard mais cela tout le monde l'a déjà compris.

Parfois, la correspondance des fonctionnalités n'est pas facile à réaliser. Nous citerons pour illustrer cette difficulté un exemple du courrier électronique dans lequel la difficulté de traduire les adresses dans le format adéquat empêche une fonctionnalité courante du courrier électronique qui est le 'reply'. Cette fonction permet normalement de répondre à un message sans devoir entrer l'adresse de l'utilisateur auquel on répond. Cependant, si la passerelle de conversion n'a pas pu traduire l'adresse dans le format correct, l'adresse que le 'reply' utilise normalement n'est pas disponible et la fonction ne peut donc être utilisée. Dans l'exemple suivant, on peut voir la valeur des champs d'adresse d'un message qui a été envoyé de l'hôte 'Quick' des Facultés N.D. de La Paix par le réseau DECNET vers la passerelle DECNET-UNIX située sur 'Electre'. Cette passerelle de conversion a transféré le message à l'hôte 'Junon' par SMTP. Sur 'Junon' est implémentée la passerelle RFC822-X.400 (conforme à l'RFC987) qui a traduit une dernière fois le message pour l'envoyer à l'utilisateur destinataire qui est lui-même situé sur 'Junon'. On remarque la forme bizarre des adresses qui ne peuvent plus être utilisées telles quelles :

```
from : <S=quick::bdetrembleur; OU=ts; O=info; P=uucp;  
      A=rtt; C=be>  
to : <S=ELEC::"galais; OU=ts; O=info; P=fundp; A=rtt;  
      C=be">
```

III.3.3.5 Les problèmes liés à la fonction de passerelle.

En ce qui concerne la fonction de passerelle, il convient d'être attentif aux problèmes suivants :

1. la fiabilité
2. la disponibilité,
3. l'augmentation du nombre de délais.

Un système qui implémente la fonction de passerelle devrait tout d'abord être plus fiable que les systèmes des réseaux qu'il interconnecte parce que c'est un point singulier de possibilités d'erreurs et de congestion.

Il faut veiller aussi à la disponibilité de ces systèmes car même quand ils sont fiables, ils ne sont pas toujours aussi disponibles qu'on le désirerait. Et ceci est particulièrement vrai pour les relais (niveau application). En effet, les systèmes implémentant la fonction de passerelle au niveau application se trouvent souvent sur des ordinateurs à vocation générale et pas sur des machines dédiées.

III.3.3.6 Situation du cas de IP.

Le protocole IP (voir annexe) est aussi utilisé pour l'interconnexion de différents réseaux. Il peut être intéressant de situer dans le vocabulaire introduit dans cette section le cas d'une machine qui transmet un datagramme IP. Si on prend l'exemple de la figure 4, on a, au milieu, un système qui permet le passage de datagrammes entre deux machines qui n'utilisent pas le même protocole de niveau 2. Ce système fournit en quelque sorte une fonction de convertisseur et pas de passerelle si les deux machines connectées ainsi ne font pas partie d'un réseau. Il y a malgré tout une distinction à faire avec les convertisseurs classiques, c'est qu'ici la fonction n'est pas transparente du tout puisqu'il est obligatoire que les deux machines qui n'utilisent pas le même protocole de la couche 2 utilisent toutes deux le protocole IP.

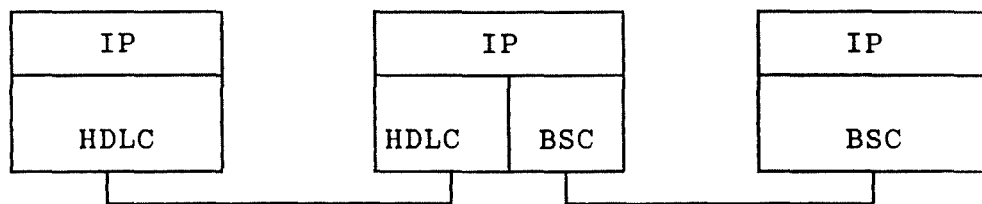


fig.4 Un système IP réalisant la fonction de convertisseur.

III.3.3.7 Application dans le cadre de la migration.

Dans le cadre de la migration vers OSI, c'est surtout la fonction de convertisseur qui sera critique.

On peut distinguer, par rapport aux nécessités d'interconnexion, deux phases logiques successives dans toutes stratégies de migration d'un réseau vers les standards OSI.

1. Tous les systèmes du réseau supportent le protocole destiné à être remplacé. Et certains d'entre eux supportent aussi les protocoles OSI.
2. Certains nouveaux systèmes ne supportent plus l'ancien protocole et sont seulement fournis avec les protocoles OSI. Mais sur le réseau, tous les systèmes n'ont pas encore le protocole OSI.

Ces deux phases successives demandent des solutions d'interconnexion avec des exigences différentes.

Dans la première phase où tous les systèmes existants supportent encore l'ancien protocole, la fonction de conversion peut ne pas être obligatoire mais est malgré tout toujours conseillée car elle permet, entre autre, de ne plus proposer que la nouvelle interface aux utilisateurs d'un système qui aurait déjà migré. La fonction de convertisseur n'est pas toujours obligatoire dans cette première phase si les hôtes ayant déjà migré peuvent continuer à recevoir des données en utili-

sant l'ancien protocole. Il faut cependant remarquer immédiatement que la situation où un hôte pourrait avoir deux adresses suivant que l'on veut l'atteindre par l'ancien protocole ou par le nouveau n'est pas idéale et qu'il ne peut s'agir que d'une solution intérimaire.

Dans la deuxième phase logique de migration quand il existe des systèmes qui ne supportent plus l'ancien protocole, il est obligatoire d'utiliser des systèmes implémentant la fonction de passerelle et la fonction de convertisseur si l'on veut garantir la continuité des services entre les systèmes intérimaires qui n'ont pas encore migré et les systèmes OSI.

III.3.4 EXPERIENCE PARTICULIERE DE PASSERELLE DE CONVERSION AU CERN.

Pour illustrer les problèmes d'interconnexion, nous étudierons deux cas particuliers assez représentatifs implémentés au CERN.

Dans le cas du CERN, du point de vue de l'utilisateur, l'interconnexion à réaliser est celle entre deux applications construites sur des piles de protocoles différentes. Il faut par exemple interconnecter deux applications de courrier électronique qui sont développées l'une sur TCP/IP (SMTP) et l'autre sur OSI (X.400). Quand on regarde ces applications (qui peuvent être bien autre chose que du courrier électronique), on se rend compte que la plupart du temps, les fonctionnalités offertes des deux côtés sont semblables. Les différences sont souvent à l'avantage des applications OSI qui présentent souvent plus de fonctionnalités que les autres. Etant donné ceci, "il devrait être possible de construire une fonction qui résiderait au niveau application ou même peut-être au-dessus et qui effectuerait la correspondance des opérations d'un réseau avec l'autre". Il faut donc pour interconnecter deux applications de réseaux différents, qu'il y ait quelque part un système qui contienne les deux piles de protocoles sur lesquelles sont construites les applications et la fonction de

correspondance entre les services du niveau application. Ce système serait alors capable de traduire les demandes de service d'une application en demandes de service de l'autre, et d'envoyer ces demandes dans le réseau correspondant. Il jouerait donc un rôle de passerelle de conversion.

Remarquons que l'on pourrait aussi imaginer d'implémenter dans une machine une fonction de conversion de protocole pour chaque couche de la pile de chacun des réseaux mais ceci serait beaucoup plus complexe et plus coûteux que la solution consistant à placer la fonction de conversion seulement au niveau application.

Remarquons enfin que les deux problèmes majeurs qui se retrouvent dans la mise en oeuvre de telles passerelles de conversion sont d'une part, que la correspondance entre les fonctions de deux applications demande une compréhension parfaite et détaillée des services et des protocoles des deux réseaux. Et d'autre part, il y a le problème des adresses qui est toujours présent dans toutes les techniques d'interconnexion quel que soit le niveau de la hiérarchie.

Nous nous proposons ici d'examiner deux cas particuliers de telles passerelles qui sont situés au CERN à Genève. Il s'agit de MINT qui est un convertisseur pour courriers électroniques et de GIFT qui est un convertisseur d'applications de transfert et de gestion de fichiers à distance. Nous étudierons plus en détail GIFT mais nous donnerons quelques remarques d'ordre général sur MINT à partir d'articles de D. Heagerty (Heagerty D, 16,17).

III.3.4.1 Relais de conversion pour courrier électronique : MINT.

D. Heagerty nous présente d'abord quelles fonctionnalités sont nécessaires dans un relais de conversion pour courrier électronique. Ensuite, elle décrit quelles sont les différentes tâches à accomplir pour gérer journallement un tel relais de conversion et en conclut que ce genre de système demande beaucoup de travail de maintenance. Elle relève

ensuite les problèmes spécifiques que l'on rencontre dans l'interconnexion de plusieurs systèmes de courrier électronique. Tout ceci l'amène à conclure que l'utilisation d'un standard international diminuera sensiblement les coûts de maintenance et qu'il faut donc viser ce but à long terme.

a) Les différentes fonctions d'un relais de conversion.

Les différentes fonctions d'un relais de conversion de courrier électronique sont liées à la structure des messages qui sont échangés. Heureusement, cette structure est semblable dans ses grandes lignes pour les différentes applications de courrier électronique. Chaque message est constitué de trois parties : une enveloppe, un en-tête et une ou plusieurs parties principales.

L'enveloppe contient les informations de routage telles que l'adresse du destinataire et de l'expéditeur.

L'en-tête consiste en un certain nombre de champs standards tels que le sujet du message etc. Les champs d'en-tête d'un système électronique donnent une indication de ses fonctionnalités puisqu'ils sont utilisés pour proposer à l'utilisateur certains services. La partie principale contient le message que l'utilisateur veut transmettre.

Un relais de conversion de courrier électronique doit être capable de reconnaître et de créer des messages ayant le format approprié pour l'enveloppe, l'en-tête et la partie principale. Ses fonctions peuvent être distinguées de la manière suivante :

1. Réaliser l'interface avec un système de courrier électronique.
2. Faire la correspondance entre les champs d'en-tête.
3. Faire la conversion de la partie principale.
4. Générer les rapports d'erreurs.
5. Générer les informations d'historique du déroulement.

L'interfaçage avec le système de courrier électronique, consiste à établir un mécanisme qui permette à des messages destinés à un réseau étranger de passer par le relais de conversion. De la même manière, le relais de conversion doit être capable d'insérer les messages dans le réseau demandé.

En ce qui concerne la correspondance des champs d'en-tête, il s'agit là du problème de la correspondance des fonctionnalités de deux systèmes de courrier électronique. Si ces fonctionnalités sont proches, alors la correspondance des champs d'en-tête sera aisée et plus ou moins complète. Sinon, l'utilisateur du système le plus complet se verra refuser certaines fonctions. On voit donc ainsi que le passage par un tel relais de conversion ne peut pas toujours être transparent à l'utilisateur.

Il est parfois nécessaire de faire des conversions sur la partie principale elle même. Le cas typique est celui qui apparaît quand un système utilise le code EBCDIC et l'autre le code ASCII pour la représentation des caractères.

La génération de rapports d'erreurs est souvent un problème très épineux dans les systèmes de courrier électronique. Aussi la plupart du temps, ces messages de rapports d'erreurs sont considérés séparément des messages des utilisateurs. Cependant, pour un relais de conversion la seule manière de faire parvenir un message d'erreur compréhensible est d'utiliser un message normal. Cela peut cependant occasionner certains problèmes tels que les 'looping messages' décrits plus bas.

Une passerelle doit aussi fournir des informations de contrôle telles que : " Qui a utilisé la passerelle ? ", " Quelle est la taille des messages transférés par la passerelle ? ", " Le message a-t-il été bien reçu ? " etc. Ceci pour procurer des statistiques et aussi pour facturer les charges aux utilisateurs.

b) Les différentes tâches de gestion.

Les différentes tâches à accomplir pour mettre en oeuvre tout ceci et pour le gérer sont nombreuses et très consommatrices de temps :

1. Mettre à jour les tables de routage.
2. Tester les connections.
3. Tester les fichiers de contrôle.
4. Analyser les statistiques.
5. Calculer les charges et 'accounting'.
6. Conseiller les utilisateurs.
7. Réagir aux urgences.
8. Accomplir les tâches administratives.

Pour la plupart des systèmes au CERN, le routage est exécuté grâce à des tables sur des hôtes locaux et des domaines extérieurs. Chaque fois qu'un hôte local ou qu'un domaine extérieur est ajouté au réseau, les tables de routage doivent être mises à jour. Il est à remarquer que comme les tables tendent à devenir de plus en plus grandes au fur et à mesure que le nombre d'utilisateurs connectés au réseau augmente, l'orientation future sera certainement d'abandonner les tables statiques et d'utiliser des protocoles de serveurs de noms comme il en existe déjà dans le réseau ARPA Internet.

Au CERN, des messages de test sont automatiquement envoyés sur les chemins les plus importants pour détecter d'éventuels blocages ou d'autres problèmes.

Les fichiers de contrôles, donnent un bon aperçu de la manière dont les réseaux et les passerelles sont utilisés. Ils permettent de fixer des problèmes et de déterminer plus facilement leur origine. Ils permettent aussi d'identifier tout trafic illégal ou autre mauvaise utilisation de la passerelle.

L'analyse des statistiques telles que le nombre de messages échangés, les destinations "clés", la taille moyenne des messages, permet d'adapter le service à la demande. Ainsi on peut, sur base de ces statistiques, décider s'il faut ajouter une connexion vers une destination très demandée etc.

Le calcul des charges au CERN n'est pas obligatoire car le service de courrier électronique est financé de manière centrale. Il n'y a que les hôtes du réseau suisse UUCP utilisant les facilités du CERN qui doivent être facturés. Cependant pour des raisons de politique interne, étant donné que le service de courrier électronique tend à être de plus en plus utilisé, il sera nécessaire d'établir un mécanisme d'affectation de coûts de manière à éviter les abus dans l'utilisation du réseau.

Nous avons vu que les passerelles ne peuvent pas toujours être totalement transparentes à l'utilisateur, si bien qu'il faut apprendre à ceux-ci comment écrire l'adresse d'un destinataire sur un réseau étranger et quelles fonctions ne sont pas disponibles en passant par la passerelle. Il faut aussi les aider dans l'interprétation des messages d'erreurs qui ne sont pas toujours présentés de manière uniforme.

Certains des problèmes qui surviennent dans les réseaux peuvent requérir une intervention immédiate. Il est évident que dans un relais de conversion, la question est encore plus critique.

Certaines tâches administratives doivent aussi être effectuées dans la gestion d'un relais de conversion et sont spécifiques à sa fonction de passerelle. Ainsi il faut par exemple vérifier la conformité aux règles des PTT, la conformité à certaines restrictions imposées par certains réseaux externes, suivre les conventions de dénomination des sites et des domaines. Il faut considérer les contrats de maintenance des machines sur lesquelles sont implémentées les passerelles et s'occuper des procédures de backup.

c) Les problèmes courants dans les passerelles de courrier électronique.

La plupart des problèmes dans les passerelles de courrier électronique proviennent des difficultés associées au problème de l'adressage (voir annexe).

Un autre problème typique qu'il faut aussi régler, c'est celui des messages qui sont passés continuellement entre des systèmes de courrier électronique sans jamais être distribués au destinataire ('looping messages'). Ceci peut arriver par exemple dans la situation suivante. Dans le cas d'un message envoyé à une liste de distribution et pour lequel la réponse est aussi à renvoyer à la liste de distribution, il se pourrait qu'un utilisateur sur la liste ait utilisé le service de réponse automatique à n'importe quel message de son courrier électronique. Dans son propre environnement, cette réponse peut-être reconnue comme telle et ne pas être redistribuée. Mais une fois que la réponse automatique passe à travers la passerelle, il apparaît comme un message normal et sera donc distribué à chaque utilisateur sur la liste, et notamment à l'expéditeur de la réponse automatique, ce qui entraînera une nouvelle réponse automatique, etc. Ces réponses automatiques continueront à être envoyées à chaque utilisateur sur la liste jusqu'à ce qu'il y ait une intervention manuelle.

Un autre problème auquel il faut être attentif dans les passerelles est la nécessité de vérifier que dans les réseaux interconnectés, il n'existe pas deux fois la même adresse pour des utilisateurs différents. Il faut donc une autorité commune à chaque pays qui soit indépendante des réseaux existants et qui puisse assurer l'unicité des adresses.

d) Conclusion.

Ayant développé tous les problèmes liés à la mise en service de tels relais de conversions et ayant exprimé toutes les tâches que cela requiert, D. Heagerty conclut en disant qu'il ne peut s'agir que d'une solution à court ou tout au plus à moyen terme et que l'on doit tendre, pour réduire les coûts d'interconnexion, à uniformiser les courriers électroniques dans un standard international (X.400).

III.3.4.2 Passerelle de conversion pour transferts de fichiers : GIFT.

La passerelle 'General Internetwork File Transfer' (GIFT) qui est installée au CERN est un exemple particulièrement sévère car il s'agit d'une des passerelles les plus grosses du monde. Son développement vient du besoin de la communauté académique (en particulier la communauté de physique des hautes énergies) de pouvoir interconnecter les différents protocoles existants pour le transfert de fichiers. Avant qu'un standard n'apparaisse et ne s'impose, une solution intérimaire devait être trouvée pour permettre aux différents protocoles de pouvoir malgré tout coopérer. Après une première étude préliminaire, les principes suivants pour le transfert et l'accès aux fichiers ont été définis : (voir référence 33)

1) Aucun changement ne sera effectué dans les programmes d'application des noeuds terminaux des réseaux. Cette décision permettra d'une part de minimiser la quantité de logiciel nécessaire et d'autre part de faciliter l'utilisation de la passerelle par les utilisateurs en leur évitant de devoir utiliser une interface particulière pour employer la passerelle.

2) Il ne s'agira pas d'un relais mais bien d'une passerelle avec une conversion "au vol" ('on the fly conversion' en anglais), ce qui devrait permettre à l'utilisateur de contrôler toute l'opération de transfert.

3) Il y aura conversion de protocole uniquement au niveau application, et aucun changement ne sera apporté aux protocoles existants.

L'implémentation de cette passerelle de conversion a été développée à partir de 1982, elle est installée sur un Micro VAX II avec le système d'exploitation VMS, et elle permet la conversion entre les protocoles suivants :

- CBS-Blue Book.
- CERNET.

- DECnet.
- RHF.
- TCP/IP.

De nouveaux protocoles peuvent être implémentés assez facilement grâce à la conception de cette passerelle où la conversion est effectuée par le système de fichier du système d'exploitation. En particulier, le protocole FTAM sera très certainement le prochain sur la liste pour aider à la migration vers ce standard de OSI.

III.3.4.3 Principes et terminologie.

Pour pouvoir accéder à un fichier situé sur une machine éloignée connectée au réseau, l'utilisateur invoque un utilitaire local appelé 'File Service User Initiator' (FSUI) suivant la terminologie OSI. Ce dernier active, par le réseau, un utilitaire éloigné dénommé 'File Service User Responder' (FSUR) grâce au protocole 'Data Access Protocol' (DAP). Le FSUR peut utiliser directement les primitives du système de fichier du système d'exploitation pour accéder au fichier demandé.

Les échanges de messages sous le protocole DAP se font par l'utilisation des routines du réseau, appelées routines NT.

Ce principe général est seulement étendu dans le cas d'une passerelle entre deux réseaux a et b (voir figure 6). Simplement, les appels du FSURa au système de fichier local sont convertis en appels à des primitives FSUIb sur le réseau b.

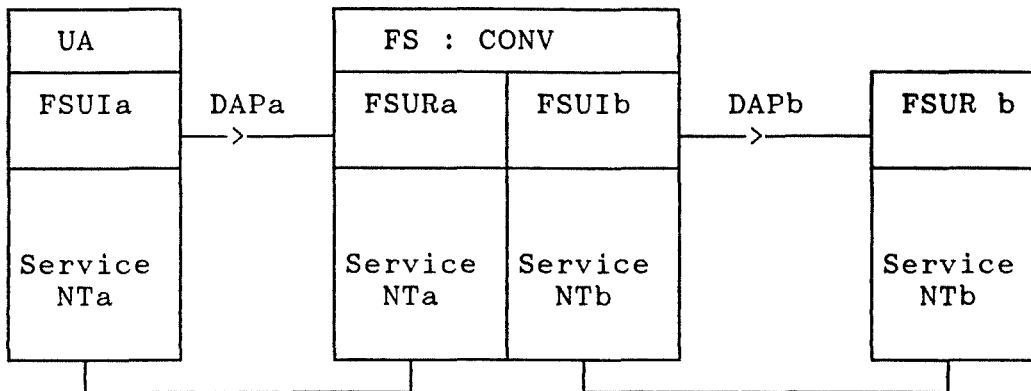


fig.6 Modèle de passerelle de conversion par un système de fichier.

Le but recherché par le groupe de travail sur GIFT était d'implémenter dans le système d'exploitation de la machine de conversion, un système de fichier qui offre un seul jeu de primitive pour des accès à des fichiers locaux et éloignés. Cette unicité permet en effet d'optimiser et d'étendre les capacités de la passerelle de conversion. De cette manière, le FSUR ne doit jamais être changé, et tout le travail de conversion se fait par le système de fichier local à la passerelle. De plus, pour permettre la conversion d'un nouveau réseau c vers le réseau b, il suffira d'ajouter, dans la machine de conversion, le FSURc implémenté avec les appels uniques au système de fichier. De sorte que la complexité du système de conversion augmente de manière linéaire avec le nombre N de protocoles en jeu. Alors que s'il fallait relier chaque paire de N protocoles par une conversion particulière, la complexité augmenterait comme $N(N-1)/2$.

a) L'implémentation.

Le système d'exploitation VMS sur VAX a été choisi en tenant compte des remarques précédentes. Ce dernier offre en effet un seul ensemble de services à l'utilisateur pour accéder aux fichiers locaux et aux fichiers éloignés, il s'agit des services 'Record Management Services' (RMS). Ces services sont établis par une partie commune appelée le noyau, et de deux

autres parties différentes pour accéder aux fichiers locaux et éloignés respectivement.

La passerelle de conversion GIFT est implémentée en modifiant les routines standard RMS, mais en gardant les mêmes paramètres d'entrée et de sortie pour le noyau ainsi que pour les routines NT. Pour un programme utilisateur, il suffit de fournir un paramètre supplémentaire pour donner l'identification du réseau de destination, et d'utiliser les routines RMS habituelles pour accéder à un fichier éloigné. L'implémentation de GIFT consiste en une trappe sur toutes les routines RMS. Cette trappe est une routine permettant d'aiguiller, à partir d'une table d'adresses et du paramètre désignant le réseau, vers la bonne implémentation de la routine RMS appelée initialement.

Un programme utilisateur tournant dans la machine de conversion, par exemple un FSURa, et requérant un accès au réseau b, sera lié avec le module GIFT d'aiguillage et la librairie définissant les adresses des points d'entrée des routines pour le réseau b. De cette manière, il ne faudra pas relier tous les programmes si on change les routines de la librairie GIFT.

La séquence originale de messages conformes au protocole DAP dans chaque routine NT est transformée, par le module GIFT dont l'adresse a été trouvée dans la table d'aiguillage, en une séquence d'appels aux primitives de service spécifiques au réseau b, qui sont notées FSUIb sur la figure 7.

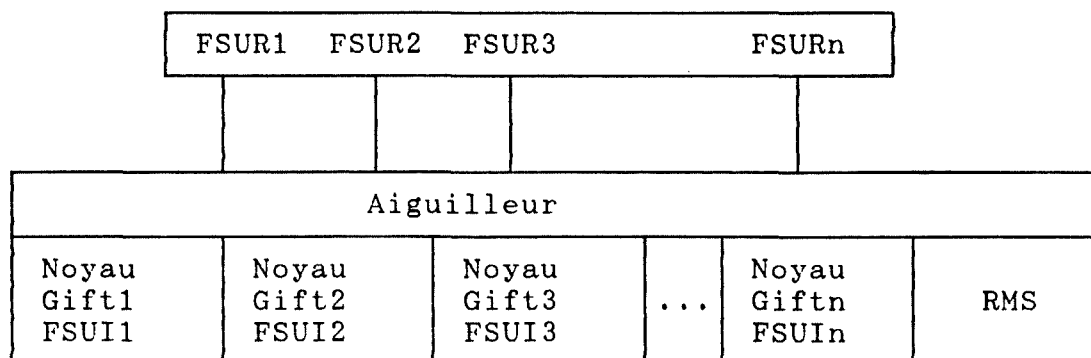


fig.7 Architecture de l'implémentation de GIFT.

b) Conclusion.

L'enseignement que l'on peut retirer de l'expérience de GIFT est qu'une conversion de protocole au niveau application est tout à fait possible et préférable à toute autre solution. L'implémentation particulière de GIFT nous montre une solution élégante pour une passerelle multi-protocoles. Les deux idées majeures sont d'une part l'utilisation du système de fichier du système d'exploitation comme endroit de conversion de protocole, et d'autre part l'utilisation d'un aiguilleur central utilisant une table avec une entrée pour chaque protocole supporté.

SECTION IV :

ETUDE DE CAS CONCRETS

CHAPITRE IV.1

VUE GENERALE SUR LES RESEAUX ETENDUS.

IV.1.1 INTRODUCTION.

Dans cette section, nous examinerons les particularités de certains réseaux dans leurs stratégies de migration vers les standards OSI. Nous examinerons les réseaux EUnet, EARN et JANET. Nous essayerons de donner à notre présentation la structure suivante : tout d'abord, nous présenterons les plans et les décisions sous un aspect que l'on pourrait qualifier de politique. Il s'agit de décisions prises par des hommes sur base de convictions personnelles ou représentatives de l'opinion d'un certain nombre d'utilisateurs et pas sur base uniquement d'études techniques. Dans un deuxième temps, nous présenterons comment on envisage l'adaptation des protocoles existants pour une intégration dans le modèle de référence OSI. Enfin, nous présenterons les solutions techniques qui ont été retenues pour mettre en oeuvre la migration.

De manière à mieux situer le statut de ces réseaux, il nous a semblé intéressant de commencer par présenter dans cette introduction une manière de classifier les principaux réseaux étendus (WAN's) nationaux ou internationaux qui existent à l'heure actuelle. Cette présentation est directement inspirée de l'article de J. Quaterman et J. Hoskins (référence 2) qui proposent une description des réseaux existants. Cet article date de 1986 mais semble rester valable pour ce que nous en présenterons ici. Nous nous proposons aussi dans cette introduction de présenter quelques autres réseaux importants dans le

cadre de notre discussion parce qu'ils sont directement interconnectés aux réseaux que nous examinerons plus loin et qu'on y fait souvent mention dans les communautés représentant ces derniers.

IV.1.2 UNE TAXINOMIE POUR LES RESEAUX.

Nous présentons ici la proposition de classification des réseaux qui a été faite par Quaterman et Hoskins. Il nous semble que celle-ci est particulièrement éclairante pour situer le statut d'un réseau donné.

IV.1.2.1 Les réseaux de recherche.

La plupart des réseaux les plus anciens ont été structurés et implémentés en tant qu'outils de recherche dans le domaine de la communication entre ordinateurs. Il y a maintenant encore un certain nombre de réseaux qui sont toujours des projets de recherche en tant que tels ou qui sont maintenus en tant que support d'autres recherches. Les accès à ces réseaux tendent à être limités aux chercheurs participant aux travaux liés au réseau. On décide de classer les réseaux militaires dans cette catégorie.

Ces réseaux sont en général administrés et financés par les gouvernements. Les utilisateurs ne paient pas directement pour les services qu'ils utilisent. Cependant, étant donné que l'accès à ces réseaux est restreint, il s'est développé pour certains d'entre eux des réseaux parallèles qui offrent les mêmes services mais qui sont payants pour l'utilisateur.

IV.1.2.2 Les réseaux de compagnies.

Les constructeurs de grande envergure, comme Xerox, DEC, IBM, et AT&T ont implémenté des réseaux internes aussi appelés

réseaux propriétaires pour permettre la communication entre leurs ordinateurs. La plupart de ceux-ci sont seulement des réseaux locaux à l'intérieur d'un bâtiment bien que certains soient internationaux et même intercontinentaux.

IV.1.2.3 Les réseaux de coopération.

Certains réseaux se sont développés parmi des communautés d'utilisateurs ayant des intérêts communs. Beaucoup de ces réseaux sont originaires d'un environnement académique. D'autres proviennent d'associations d'utilisateurs d'ordinateurs provenant d'un constructeur particulier. D'autres encore rassemblent les utilisateurs d'un même système d'exploitation. L'administration de ces réseaux est en général distribuée ou dispersée. Ce qui est reconnu comme un point faible pour certains (voir EUnet plus loin). Certains de ces réseaux de coopération reconnaissent qu'ils devraient à installer une administration centralisée.

Ces réseaux sont reconnus comme étant moins "riches" que d'autres. Leur financement est effectué de manière décentralisée par les utilisateurs qui payent leurs services aux PTT. Mais certains constructeurs investissent aussi des fonds dans ces réseaux.

IV.1.2.4 Les réseaux commerciaux.

Les réseaux commerciaux procurent des services à n'importe quel utilisateur dans le but d'en retirer un profit. L'exemple le plus courant est le réseau téléphonique.

IV.1.2.5 Les métaréseaux.

Les métaréseaux proviennent du besoin d'étendre la communauté d'utilisateurs qui peuvent être mis en connexion. Il s'agit d'associations qui ont pour but de définir des normes et

des protocoles communs pour mettre en place un réseau unifié à partir des réseaux existants.

Ceci termine l'énoncé des cinq classes différenciées dans cette taxinomie. On trouvera à la table 1 une liste des réseaux intéressants pour nous classés selon cette taxinomie.

Table 1. Classification des principaux réseaux longue portée.

Classe	Nom de réseau	Centre
Recherche	ARPA Internet	USA
	CSNET	USA
	JANET	UK
	EAN	Europe
Compagnie	Xerox Internet	USA
	DEC's Easynet	USA
	IBM's VNET	USA
	AT&T	USA
Coopératif	BITNET	
	BITNET	USA
	EARN	Europe
	UUCP	North America
	USENET	North America
	EUnet	Europe
Métaréseaux	CSNET	USA
	NSFnet	USA
	RARE	Europe
	RIPE	Europe

IV.1.3 DESCRIPTION SUCCINCTE DE QUELQUES RESEAUX.

Nous nous proposons maintenant de décrire brièvement les réseaux cités qui ne seront pas étudiés plus en détails dans la suite.

IV.1.3.1 ARPA Internet.

Le réseau ARPA Internet est un inter-réseau constitué de plusieurs réseaux interconnectés utilisant tous la pile de protocoles DDN (aussi dénommée TCP/IP par abus de langage). Le

réseau ARPANET fait partie de cet inter-réseau, il en est d'ailleurs la partie la plus ancienne.

Le nom Internet avec un *I* majuscule est utilisé pour désigner un inter-réseau spécifique, en l'occurrence l'inter-réseau ARPA Internet. Alors que le mot 'internet' en anglais avec un *i* minuscule est utilisé pour désigner un inter-réseau en général.

Les deux réseaux principaux de l'ARPA Internet sont ARPANET et MILNET, nous les décrivons ci-dessous.

a) ARPANET.

L'implémentation du réseau ARPANET a débuté en 1969 sous l'égide du 'Department of Defense' (DoD) des Etats-Unis qui désirait se donner un moyen de mieux utiliser ses ressources informatiques en permettant à plus d'utilisateurs d'y accéder. Ce réseau a été le premier à démontrer la possibilité de faire fonctionner un réseau étendu à grande échelle.

C'est à la fin de 1983 que ce réseau de recherche s'est scindé en une partie strictement réservée aux militaires (MILNET), et une partie consacrée à la recherche. C'est aussi à cette date que les études sur les protocoles TCP/IP ont abouti et que ces derniers sont devenus obligatoires dans le réseau ARPANET. A partir de ce moment, les utilisateurs du réseau n'ont plus utilisés ces facilités uniquement pour du partage des ressources ou de la recherche en télécommunications, mais ils ont aussi commencé à utiliser le réseau pour une collaboration dans d'autres domaines à travers le courrier électronique et d'autres services.

b) MILNET.

Le réseau MILNET est un réseau militaire étendu qui a été construit sur base des recherches pour le réseau ARPANET. Il s'est séparé du réseau ARPANET en octobre 1983, mais il y est toujours connecté par des passerelles. Ces passerelles étaient à l'origine destinées à ne laisser passer que le courrier électronique entre les deux réseaux. Mais à l'heure actuelle, elles

laissent passer le trafic comme si les deux réseaux n'étaient pas séparés. Cependant, si le besoin s'en faisait sentir, la séparation des deux réseaux ne seraient pas très compliquée.

L'évolution des techniques dans le réseau MILNET est plus lente car, ce réseau ne peut se permettre des temps d'attente pour la mise au point des nouvelles technologies. Il les adopte quand elles ont fait leurs preuves dans le réseau ARPANET.

Les noeuds européens du réseau MILNET ont été séparés en un réseau appelé MINET, qui est aussi connecté par des passerelles.

c) Defense Data Network (DDN).

Le DDN est principalement constitué des réseaux ARPANET, MILNET et MINET. Il est une partie de l'inter-réseau ARPA Internet, et est constitué de réseaux qui sont directement administrés par des branches du DoD.

IV.1.3.2 CSNET.

Le but de CSNET est de faciliter la recherche et de promouvoir les développements en informatique. Ceci en procurant un outil qui permette une plus grande collaboration entre ceux qui travaillent dans le domaine. Les organisateurs de CSNET ont proposé un réseau de courrier électronique qui connecte des institutions n'ayant pas accès à ARPANET avec des institutions liées à ARPANET. En effet avant CSNET, le problème d'ARPANET, c'était que les universités qui n'avaient pas de contrat fédéral n'avaient pas accès au réseau.

CSNET est un réseau logique constitué de plusieurs réseaux physiques (c'est la raison pour laquelle on le classe aussi dans les métaréseaux), mais destiné à une seule communauté (la recherche en informatique). Bien que le service principal fourni sur ce réseau soit le courrier électronique, le transfert de fichiers et l'accès à distance sont aussi possibles.

IV.1.3.3 EAN.

Certains réseaux en Europe et ailleurs utilisent l'implémentation EAN du standard X.400(84). Celle-ci a été développée d'abord pour le réseau canadien CDNnet mais a connu une dispersion rapide parmi les pays européens. L'objectif des réseaux EAN en Europe est d'établir des liaisons de communication pour les communautés de chercheurs européens, en coopération avec RARE. Ce réseau va sans doute migrer prochainement vers une implémentation de la version 1988 de X.400.

IV.1.3.4 JANET.

Le réseau JANET en Grande-Bretagne est à classer parmi les réseaux de recherche car suite au besoin de communication entre les différents centres universitaires, le 'British Post Office Experimental Packet-Switching Service' (EPSS) a décidé de soutenir le développement de protocoles de communications dans la communauté académique anglaise. Nous décrirons plus en détail ce réseau dans le chapitre 4.

IV.1.3.5 Xerox Internet.

Xerox a été un pionnier dans la recherche sur les réseaux et a inventé Ethernet ainsi que les piles de protocoles PARC ('Xerox Palo Alto Research Center') 'Universal Packet Protocol' (PUP) et 'Xerox Network System' (XNS). Ceci pour permettre une interconnexion des différents sites de la compagnie. Ce réseau utilise bien entendu ses protocoles propriétaires mais aussi parfois TCP/IP.

IV.1.3.6 Easynet de DEC.

DEC a commencé ses recherches dans le domaine des réseaux comme un des pionniers du réseau ARPANET. Et la compagnie a décidé de développer son propre logiciel de communication

appelé DECNET et de le mettre à la disposition des clients qui le désiraient. Easynet est financé par DEC et utilise les protocoles DECNET.

IV.1.3.7 VNET d'IBM.

IBM a plusieurs réseaux internes pour le courrier électronique, l'émulation de terminal, le transfert de fichiers pour des opérations internes à la compagnie. Le réseau interne principal est en fait composé de deux réseaux distincts qui forment ensemble ce que l'on appelle VNET et procure donc des services divers aux employés de IBM.

IV.1.3.8 CORNET d'AT&T.

AT&T utilise plusieurs réseaux internes. Mais en grande partie, AT&T utilise aussi les réseaux UUCP et USENET, qui ne sont pas limités à ce constructeur et sont présentés plus loin. Parmi les autres réseaux de AT&T, CORNET est un réseau analogique interne utilisant UUCP et des modems par le circuit téléphonique. Datakit est un réseau digital à commutation de circuits et est en quelque sorte similaire à X.25.

IV.1.3.9 BITNET.

BITNET ('Because It's Time NETwork') est un réseau de communication entre universités et centres de recherche. Sa caractéristique principale est que pratiquement n'importe qui peut s'y connecter pour autant qu'il ait une ligne louée pour se relier à un autre noeud BITNET et qu'il s'engage à servir comme noeud de connexion pour au moins un nouveau membre. Le réseau n'est donc pas réservé à la communauté informatique comme CSNET. Chaque université qui se connecte à BITNET possède des possibilités de collaboration non restrictives aussi bien pour des buts académiques que pour des buts administratifs, pour les cadres, les chercheurs et les étudiants. Cette

politique est semblable à celle de UUCP et USENET excepté le fait que BITNET est plus réservé à la communauté académique. Il y a trois constituants principaux au réseau : BITNET aux Etats-Unis, NETNORTH au Canada et EARN en Europe.

a) BITNET aux Etats-Unis.

Au début de sa création, le logiciel existant d'IBM a été utilisé, c'est pourquoi BITNET était initialement un réseau d'hôtes IBM. Par la suite, des logiciels d'émulation des protocoles d'IBM pour les machines des autres constructeurs ont été développés et mis à la disposition des nouveaux membres gratuitement.

b) EARN.

Le réseau EARN sera examiné plus en détail mais nous pouvons le situer ici par rapport à BITNET. Il est basé sur le même principe et la même philosophie que ce dernier. Il est une partie intégrante de BITNET, ce qui veut dire que chaque noeud européen doit être connu de chaque noeud américain et vice versa. EARN était au début entièrement financé par IBM mais maintenant, DIGITAL y investit de l'argent aussi. Nous discuterons de ce point dans le paragraphe consacré à EARN.

IV.1.3.10 UUCP.

Le nom UUCP ('Unix to Unix CoPy'), s'appliquait à l'origine au service de transport utilisé à travers des lignes entre systèmes adjacents, tous situés aux laboratoires Bell. Ce réseau primordial se distinguait du réseau UUCP actuel car il supposait des connections directes entre les machines pouvant communiquer. Le "réseau UUCP" actuel est exclusivement dédié à l'échange de courrier électronique à travers le réseau téléphonique. Il connecte diverses machines qui tournent toutes sous le système d'exploitation UNIX. En plus du courrier électronique, une grande part du trafic est constituée des 'news' de USENET. Ce dernier utilise en effet les mêmes mécanismes de transport sous-jacents. Une caractéristique

importante de ce réseau est qu'il n'y a pas d'administration centrale et que la connexion se fait très facilement : il suffit de trouver une machine qui veuille bien faire office de noeud voisin.

IV.1.3.11 USENET.

USENET est un réseau dédié à l'échange de messages distribués, que ce soit par l'utilisation des facilités de listes de distribution ou par un service d'annonces auquel on peut s'abonner. Les sujets traités sont tout à fait libres et peuvent aller du jardinage à l'astronomie. Il y a différents groupes de nouvelles sur USENET. Certains ont une étendue illimitée, alors que d'autres ne sont distribués que sur un continent, ou dans un pays, une ville, ou une organisation particulière. Il y a aussi plusieurs méthodes de soumission d'articles au groupe concerné. La plupart des groupes ne font aucun contrôle sur les articles qui sont soumis à la distribution. Mais pour certains, il faut d'abord soumettre son article à un modérateur qui décide s'il peut mettre ou non l'article sur le réseau. La plupart du temps, le modérateur filtre seulement les articles redondants.

Le financement se fait par les utilisateurs qui paient leur note de téléphone puisque ce réseau utilise les lignes téléphoniques.

Le protocole de transport utilisé est en grande partie UUCP. Parfois, il s'agit de UUCP au-dessus d'un autre protocole de transport (TCP) et parfois, UUCP n'est pas utilisé du tout. En ce qui concerne le réseau UUCP, il est parfois utilisé par des hôtes de USENET qui désirent échanger du courrier électronique avec un hôte en particulier. Ces deux réseaux ont toujours été très proches l'un de l'autre mais il y a plus d'hôtes sur le réseau UUCP qu'il n'y en a sur le réseau USENET.

IV.1.3.12 EUnet.

Comme pour le réseau EARN par rapport à BITNET, il est intéressant de faire déjà le lien de EUnet avec USENET avant de le décrire plus en détail. Comme USENET, il s'agit d'une association d'utilisateurs du système d'exploitation UNIX. Les services offerts sont les mêmes que sur USENET. A cette différence près que les services de courrier électronique et de distribution de nouvelles sont plus liés l'un à l'autre dans le réseau EUnet. Un seul et même nom de réseau est utilisé pour ces deux services et les noeuds qui en forment l'ossature sont les mêmes. De nombreux groupes de nouvelles très informels tels que les discussions de jardinage ne sont pas distribués sur EUnet à cause des coûts de transmission transatlantique. A l'inverse, il existe beaucoup de groupes qui sont spécifiques à l'Europe.

L'administration de EUnet a toujours été plus organisée que pour USENET ou pour UUCP, mais il existe malgré tout parmi les administrateurs de EUnet un désir d'une plus grande centralisation.

IV.1.3.13 NSFnet.

En 1984, le 'National Science Fondation' (NSF) créait 'l'Office of Advanced Scientific Foundation' (OASC). Cette organisation commençait un programme pour développer des centres de super-ordinateurs, et un programme pour permettre des accès à ceux-ci à travers un réseau. Ce dernier était appelé NSFnet. L'objectif actuel de NSFnet est de procurer à la communauté académique en général le genre de ressources de communications que CSNET procure aux chercheurs en informatique. Divers protocoles du niveau réseau sont utilisés pour supporter la pile de protocoles TCP/IP. NSFnet utilise les réseaux étendus existants (ARPANET) ainsi que les réseaux de campus de ARPA Internet. NSFnet peut donc être considéré comme une extension du réseau ARPA Internet.

IV.1.3.14 RARE.

RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne) est une association de chercheurs européens et d'utilisateurs de réseaux. Le but est de fournir un support de coopération entre les différents réseaux existants au niveau européen dans le but de construire une infrastructure harmonisée. Ceci ne sera pas effectué en construisant un nouveau réseau qui aurait un grand nombre de passerelles vers les réseaux existants, mais en connectant et en unifiant tous les réseaux de recherche nationaux de différents pays européens. C'est pourquoi, il trouve tout naturellement sa place dans la classe des métaréseaux.

Pour atteindre son but, RARE a décidé de supporter les principes du standard international OSI. Mais l'adoption des standards OSI n'est pas suffisante pour garantir une interconnexion entre les utilisateurs, puisque ces standards contiennent des options destinées à couvrir une grande variété de situations (voir discussion sur les profils fonctionnels). On pourrait toujours construire des ponts ou des passerelles pour surmonter des incompatibilités mais ce n'est sans doute pas la meilleure solution. Il est en effet de l'intérêt de l'utilisateur de disposer de facilités qui offrent les mêmes fonctionnalités de communication à une échelle européenne comme pour les communications dans son entreprise ou dans son pays. Les standards fonctionnels, sont les standards à définir et à adopter. Pour ce faire, RARE travaille en collaboration avec l'EWOS, le CEN/CENELEC ainsi qu'avec l'ETSI ('European Telecommunication Standards Institute').

La principale activité de RARE a été de participer au projet COSINE ('Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe') qui est un projet EUREKA financé par la Commission des Communautés Européennes. Dans le but d'arriver à une infrastructure commune, COSINE pousse fortement pour l'emploi des protocoles de standards internationaux de l'ISO et du CCITT. Outre la possibilité de développer des moyens de communication plus unifiés, COSINE voit dans la promotion des normes OSI en Europe un moyen de donner une chance aux industries européennes de reprendre un peu d'importance dans un

domaine largement dominé par les industries américaines et japonaises. Les travaux de COSINE sont séparés en deux phases. La phase de spécification est terminée. Le travail a été effectué par RARE dont le travail technique a été d'identifier les besoins des utilisateurs, de sélectionner de nouveaux services en définissant les profils fonctionnels désirés, de définir des interconnexions matérielles sûres entre les services de communication nationaux et de définir des stratégies de migration. RARE a aussi spécifié des outils de test et de diagnostic et a évalué les services des PTT. La deuxième phase, appelée phase d'implémentation a débuté en 1989. Il s'agit de mettre en pratique, à l'échelle de chaque pays concerné, les spécifications définies dans la première phase. Un résultat opérationnel de ce projet est par exemple l'ossature X.25 internationale dénommée IXI ('International X.25 Interconnection').

IV.1.3.15 RIPE (Réseaux IP Européens).

RIPE a débuté fin 1989, il s'agit d'une association d'organisations européennes qui gèrent un réseau étendu basé sur le protocole IP. Le but est de fournir un organe central de coordination administrative et technique pour faciliter l'interconnexion de réseaux IP sur une échelle européenne.

RIPE n'est pas un réseau en lui-même. Les réseaux qui collaborent avec RIPE restent sous l'autorité de leurs organismes respectifs.

Etant donné que ce méta-réseau est plus récent et donc peut-être moins bien connu que les précédents, il nous a paru intéressant de reprendre ici les termes de références de cette association. Cette documentation nous a été fournie par le Professeur M. Lobelle de Louvain-la-Neuve.

" Etant donné que les réseaux IP prennent de l'importance même au delà des réseaux locaux en Europe, et qu'il se développe des réseaux étendus à dimension nationale ou internationale en Europe uti-

lisant IP, le corps de coordination RIPE a été créé.
[...]

Les objectifs de RIPE sont d'assurer la coordination administrative et technique nécessaire pour permettre la mise en oeuvre et l'expansion d'un réseau IP pan-Européen.

- RIPE se comporte comme un forum pour l'échange d'informations techniques et le développement d'une compétence dans le fonctionnement de réseaux IP.

- Le domaine d'activité de RIPE est l'Europe.

- Tous les groupes s'occupant du fonctionnement d'un réseau IP étendu sont invités à participer.

- RIPE encourage et coordonne l'interconnexion de réseaux IP à l'intérieur de l'Europe ainsi qu'avec d'autres continents.

- RIPE s'occupe d'établir une harmonie dans les pratiques d'administration de réseaux interconnectés ou pas.

- RIPE sert de point de rencontre des participants pour d'autres activités communes liées au fonctionnement d'un réseau IP.

- Tous les documents produits par RIPE seront publiés.

- RIPE n'est pas un fournisseur de service de réseau. Les réseaux IP collaborant dans RIPE restent sous l'autorité exécutive de leurs organisations respectives.

Amsterdam. 29 novembre 1989".

Les organisations suivantes ont l'intention de participer au comité de coordination de RIPE :

- BelWue
- CERN
- EASInet

- EUnet
- GARR
- HEPnet
- NORDUnet
- SURFnet
- SWITCH
- XLINK

RIPE organise son action en répartissant les tâches entre des groupes de travail qui seront responsables de la publication de rapports reprenant les recommandations que chaque groupe aura pu dégager dans le domaine d'étude qui lui aura été attribué. Les domaines suivants sont distingués :

1. Connectivité et routage.
2. Administration et fonctionnement de réseau.
3. Système d'affectation des noms.
4. Coordination formelle.

CHAPITRE IV.2

LE RESEAU EUNET.

IV.2.1 PRESENTATION DU RESEAU

Rappelons que, par rapport à la taxinomie présentée dans l'introduction de cette section, EUnet est un réseau de coopération. Il s'agit d'un réseau européen regroupant des utilisateurs du système d'exploitation UNIX. Nous reportons le lecteur à cette introduction pour une description des services offerts dans le réseau EUnet (qui sont semblables à ceux offerts dans le réseau USENET).

Ce réseau a débuté en avril 1982 lors d'une conférence du EUUG ('European Unix Users Group') à Paris, il connectait à l'origine des machines des Pays-Bas, du Danemark, de Suède, et de Grande Bretagne. Il a commencé comme une extension ou comme une utilisation des logiciels et des protocoles utilisés dans les réseaux USENET et UUCP en Amérique du Nord.

Tout comme ses prédécesseurs, EUnet n'a pas une structure très bien définie. Cependant, il existe une plus grande relation entre EUnet et l'EUUG qu'il n'en existe entre USENET ou UUCP et respectivement le USENIX ou le /usr/group (les deux organisations en Amérique du Nord qui sont comparables à EUUG). Mais EUUG n'est pas une organisation qui a des statuts et des devoirs dans l'administration du réseau EUnet. Cet état va peut-être changer. D'après notre contact à la KUL, Stephan Biesbroek, EUnet est entrain de se chercher une structure qui permettrait l'évolution du réseau à une échelle internationale

d'une manière harmonieuse grâce à une centralisation des décisions et grâce à une politique de financement plus centralisée.

EUnet est principalement basé sur le service du système d'exploitation UNIX qui a eu et a encore énormément de succès : il s'agit du service de transport UUCP (Unix to Unix CoPy) qui permet de transmettre facilement un fichier d'un système UNIX à un autre ainsi que de commander des exécutions à distance ('remote command execution'). Cependant, dans le réseau EUnet, seules les fonctionnalités d'échange d'informations sont utilisées.

La pile des protocoles UUCP est fournie d'office avec le système d'exploitation UNIX et est à la base d'un réseau international et mondial de communication permettant aux utilisateurs de machines tournant sous le système d'exploitation UNIX de communiquer par l'échange de messages de courrier électronique, par l'échange de fichiers, par l'abonnement à des listes de distribution de nouvelles ('news'), etc. Bien entendu, les utilisateurs de ce réseau peuvent aussi, sous certaines conditions, communiquer avec des utilisateurs d'autres réseaux par l'intermédiaire de passereilles. Les réseaux basés exclusivement sur les services de transport procurés par le système d'exploitation UNIX forment avec EUnet un réseau mondial d'utilisateurs de UNIX (plus de 12000 noeuds en Mars 1990, d'après Stephan Biesbroek). On peut les différencier de la manière suivante :

1) **USENET.**

USENET est la partie américaine du réseau, il est lié au "Professional and Technical UNIX User's group".

2) **EUnet.**

EUnet est la partie européenne du réseau, il est sous les auspices du "European Unix Systems User's Group" (EUUG). Il sert actuellement "1196 organisations dans 19 pays européens. Et il consiste en 2503 noeuds visibles de l'extérieur. Ce qui ne représente pas le nombre d'utilisateurs car les grandes organisations ont des réseaux locaux derrière un seul noeud d'entrée

au réseau EUnet. Le nombre réel d'ordinateurs utilisant les services de EUnet est estimé d'un à deux ordres de grandeurs plus importants" (Karenberg D., 18/01/90). Le nombre de sites connectés en Belgique est estimé à 40 par S. Biesbroek en mars de cette année.

3) JUNET.

JUNET est la partie japonaise du réseau.

4) ACSnet.

ACSnet est la partie australienne du réseau, il est lié au "Sydney UNIX network" (SUN).

En ce qui concerne EUnet, il y a un hôte central ('backbone host') dans chaque pays membre. En Belgique, il se situe à Leuven à la KUL. L'université se charge de la maintenance technique de l'hôte central. Les décisions d'ordre politique sont prises par le BUUG ('Belgium Unix Users Group'). Et la machine hôte servant de noeud central est un VAX fourni par DIGITAL.

Chaque hôte central, dans chaque pays, est responsable de l'organisation des communications à l'intérieur de son pays. Ceci est souvent réalisé en maintenant des liaisons directes avec tous les hôtes du pays. Les hôtes centraux communiquent aussi entre eux à travers les frontières nationales. L'ensemble de ces hôtes centraux forme l'ossature du réseau EUnet. De plus, il y a un hôte central avec lequel tous les hôtes centraux de chaque pays membre sont connectés qui s'occupe de toutes les communications intercontinentales. Ce dernier est connu sous le nom de 'mcsun', et est situé au 'Centrum voor Wiskunde en Informatica' (CWI) à Amsterdam, au Pays-Bas.

Les moyens de financement proviennent principalement des utilisateurs eux-mêmes qui payent simplement les PTT pour leurs appels à l'hôte national. Les coûts de communications entre hôtes nationaux, et les coûts des communications intercontinentales, sont répartis entre les différents pays en fonction du

nombre d'hôtes qui sont connectés à EUnet. Chaque pays répartit à son tour cette charge entre ses utilisateurs locaux.

Ceci termine la présentation générale du réseau EUnet. Nous nous attacherons maintenant à décrire les protocoles utilisés par le réseau, et les évolutions envisagées pour les années à venir par les responsables concernés. Cette description est basée sur un rapport publié en juin 1988 (référence 28) qui était le fruit d'une étude menée par des responsables des hôtes centraux, et qui répondait au besoin de définir, pour EUnet, un plan de migration vers un standard international. Dans la suite de cette section, nous nous référerons à ce travail sous le nom de "plan de migration de EUnet".

Nous ferons tout au long de la description des remarques sur l'application effective de ce plan de migration, ainsi que sur l'évolution des idées. Ces remarques seront basées sur les avis recueillis auprès de Stephan Biesbroek, administrateur de l'hôte central ('backbone manager') belge situé à la KUL, ainsi que de Marc Lobelle, professeur à Louvain-la-Neuve.

IV.2.2 POLITIQUE GENERALE.

Comme annoncé dans l'introduction de cette section, nous commencerons par dégager les décisions importantes des gestionnaires du réseau EUnet, ces dernières sont de deux ordres. Tout d'abord les tendances générales qui sont des plans à long terme pour l'évolution du réseau et ensuite la tendance plus particulière de migration vers TCP/IP qui est de l'ordre du moyen terme et même du court terme.

IV.2.2.1 Tendance générale.

Il se fait qu'à l'heure actuelle, les utilisateurs de EUnet n'expriment pas un réel besoin de migrer vers le standard OSI. Cependant, l'EUUG a, avec l'aide de la Commission des

Communautés Européennes, entreprit une étude sur la manière dont une telle migration pourrait être effectuée. Les motivations pour cette étude sont uniquement de la planification à long terme ainsi qu'un désir de se positionner dans un cadre européen pour pouvoir suivre l'évolution de la coopération et ne pas être en reste lorsque la coopération OSI sera effective. Il suffit pour prouver cette affirmation de citer le plan de migration de EUnet.

" Les développements politiques de ces derniers mois [juin 1988] sont importants pour les plans de migration de EUnet puisque des décisions seront prises bientôt concernant un inter-réseau et les services qui y seront offerts. C'est pourquoi, un des buts principaux de ce rapport, est d'avoir un plan de migration pour EUnet prêt à être appliqué quand le moment de joindre ses efforts avec les autres réseaux sera venu. Sans un tel plan, EUnet ne serait pas capable d'apprécier jusqu'à quel point les décisions prises lors des réunions générales peuvent coïncider avec ses propres intérêts. Le plan est aussi utile pour permettre aux représentants de EUnet de pouvoir exprimer clairement les intentions des utilisateurs qu'ils représentent".

Pour illustrer le fait que les utilisateurs n'éprouvent pas un réel besoin de migrer vers OSI, nous pouvons citer D. Karrenberg (18/01/1990).

" EUnet possède une stratégie de transition vers les protocoles OSI. EUnet possède aussi un plan de transition vers les protocoles OSI. Mais EUnet n'a encore entrepris aucune action pour concrétiser ce plan car les utilisateurs n'en voient pas encore la nécessité ni le bénéfice qu'ils pourraient en retirer. Il existe donc bien un plan mais il n'y a encore aucune décision prise pour le concrétiser. Les raisons principales de cet état de fait sont :

- Aucun bénéfice n'est perçu par les utilisateurs.

- D'autres services existent qui paraissent plus importants aux yeux des utilisateurs.

- Un manque de ressources pour l'implémentation.

Ceci ne veut pas dire que le plan ne se concrétisera jamais. Mon opinion 'personnelle' est que cela ne se passera pas avant qu'il existe suffisamment de bons UAs multimédia, et que des personnes utilisant le protocole RFC822 reçoivent des messages du genre :

Il y avait un graphique intéressant ici, mais votre protocole de courrier électronique ne permet pas de le montrer".

Nous avons reçu confirmation de ces avis concernant OSI par Stephan Biesbroek, qui nous a affirmé que lors des réunions des différents responsables nationaux qui se tiennent quatre fois par an, il ne se prenait encore aucune décision concernant les protocoles OSI et que le sujet n'était même plus abordé.

Ces remarques devraient permettre au lecteur d'aborder la description du plan de migration de manière objective. Nous présenterons les aspects qui nous ont paru intéressants à relever et représentatifs des préoccupations qui doivent être prises en compte dans l'élaboration d'un plan de migration.

La stratégie dégagée par ce plan se résume de la manière suivante :

- "1. Tout d'abord, permettre l'accès aux applications OSI existantes [X.400] sur le réseau actuel.
2. Ensuite, abandonner autant que possible les anciens services.
3. Et enfin, changer les couches basses pour utiliser uniquement les protocoles OSI". (D. Karrenberg 18/01/1990).

IV.2.2.2 Migration vers TCP/IP.

Ce qui paraît plus réel par contre, c'est la tendance à migrer vers TCP/IP. Du moins entre les hôtes centraux de chaque pays. Cette migration était d'abord envisagée dans le cadre de la migration vers OSI. Mais on se rend compte maintenant qu'il y a bien d'autres facteurs qui poussent les gestionnaires de EUnet à migrer vers TCP/IP.

Tout d'abord, on peut citer l'influence de la tendance aux Etats-Unis dans le réseau USENET de migrer vers TCP/IP. Pour faciliter la connexion avec ce dernier, le réseau EUnet voit un intérêt tout particulier à utiliser les protocoles TCP/IP au lieu de UUCP.

Une autre raison pour laquelle les protocoles UUCP tendent à être remplacés par les protocoles TCP/IP provient du fait que la plupart des réseaux locaux utilisent comme protocoles de transmission de données les protocoles TCP/IP. Et comme la plupart des hôtes connectés aux réseaux UUCP sont aussi connectés à un réseau local sur le site, c'est une raison de plus pour harmoniser tout ceci.

Les applications principales dans le domaine des réseaux à grande portée s'appuyant sur les protocoles TCP/IP et susceptibles d'être bientôt proposées aux utilisateurs de EUnet sont les suivantes :

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) :
système simplifié de courrier électronique.
- FTP (File Transfer Program) :
système de transfert de fichiers.
- Telnet (Terminal NETwork) :
émulation de terminal.

D'autres applications, en environnement UNIX, ont été développées en s'appuyant sur les facilités de communication qu'offrent les protocoles TCP/IP; les plus connues sont sans doute :

NFS.

NFS est une application qui permet de 'monter', c'est-à-dire d'accrocher virtuellement, des répertoires de fichiers d'une machine dans l'arborescence du système de fichiers d'une autre machine. Cette dernière croit ainsi accéder directement aux fichiers de la première comme s'ils étaient locaux.

X-Window.

X-Window est une application orientée interface à l'utilisateur qui organise le fenêtrage sur station de travail. Cette application est conçue de la manière suivante : l'écran, le clavier et la souris sont gérés par un 'serveur de visualisation' et les applications (celles qui sont visualisées dans les fenêtres) dialoguent avec le serveur par l'intermédiaire d'un protocole restreint de commandes de type graphique ou événement. Ce dialogue peut s'effectuer par le réseau sur la base de TCP/IP et de façon transparente à l'application qui utilise des appels à la librairie supportant l'aiguillage sur une autre machine.

Ces différents exemples de logiciels d'applications bâtis sur TCP/IP (autant pour les communications à grande distance que pour des communications locales) démontrent que cet édifice très complet de moyens de communication devient, aujourd'hui, incontournable en environnement UNIX.

En Belgique, cependant, toutes les communications se font encore par UUCP car ce dernier protocole est plus économique quand on passe par le réseau téléphonique normal. Mais à partir de l'année prochaine, il est prévu d'utiliser les protocoles TCP/IP sur des lignes louées. Ceci sera avantageux pour de gros débits d'échange de données. On estime à la KUL qu'avec un débit de 1 Mbit/jour uniquement pour le trafic des nouvelles (ce qui est le débit observé actuellement), une ligne louée qui coûterait 1.5 MFr/an serait avantageuse. D'autant plus qu'avec la ligne louée, il sera possible de s'abonner à plus de listes pour un coût constant.

C'est pourquoi, le réseau EUnet utilisera de plus en plus les protocoles TCP/IP en lieu et place des protocoles UUCP.

IV.2.3 COMPARAISON DES PROTOCOLES.

Pour décrire la pile de protocoles spécifique à EUnet, il est plus simple de ne considérer que trois couches*. Une couche Application, une couche Transport, et une couche Réseau. Nous décrirons ici les protocoles qui sont utilisés pour le moment dans le réseau EUnet en les comparant aux protocoles OSI.

IV.2.3.1 Les protocoles de la couche Application

Comme nous l'avons déjà dit, il y a deux applications proposées sur le réseau EUnet. il s'agit du courrier électronique et des nouvelles. Dans la pile de protocoles utilisée dans le réseau EUnet, les applications utilisent directement les services de la couche transport. Il n'y a pas de distinction des couches session et présentation comme dans le modèle OSI. L'application est donc construite de telle manière à tenir compte des aspects particuliers de Présentation et de Session qui ne peuvent être pris en charge par les services de la couche Transport.

a) L'application de courrier électronique.

L'application de courrier électronique utilisée à l'origine était basée sur les services de transport UUCP; il s'agit de 'rmail' défini dans le RFC976. Cela reste l'application la plus utilisée sur le réseau. Néanmoins pour les hôtes ayant déjà migré vers TCP/IP (ce qui est le cas dans certains pays), Ils peuvent aussi utiliser l'application SMTP définie dans le RFC821 qui est basée sur les services de transport TCP.

Chacune de ces applications permet d'échanger des messages formatés suivant la norme RFC822 qui définit un format

* Voir annexe A pour une description de TCP/IP.

pour l'en-tête des messages et laisse libre le corps du message pour autant qu'il soit codé en ASCII.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, chacune de ces deux applications de courrier électronique possède un avantage en terme de coût et de fonctionnalité. L'application basée sur UUCP est moins coûteuse si on utilise les appels téléphoniques, mais elle est aussi moins interactive que celle basée sur TCP/IP à cause du caractère 'store and forward' de UUCP. D'autre part, les hôtes qui sont connectés d'une manière plus permanente (par exemple sur LAN ou sur une ligne louée), peuvent utiliser les protocoles TCP/IP. Pour tirer parti du caractère plus interactif de TCP/IP, le protocole SMTP est utilisé pour le courrier électronique sur ces lignes.

En ce qui concerne les produits OSI, l'application équivalente est, bien entendu, X.400 qui permet des fonctionnalités plus puissantes que les applications existantes sur EUnet mais qui doit encore se répandre un peu plus pour s'attirer les faveurs des utilisateurs de EUnet. En tout cas, les gestionnaires considèrent qu'il faudra au moins attendre qu'il existe suffisamment d'implémentations de la version de 1988 de ce standard car seule cette dernière version propose réellement de nouvelles fonctionnalités, notamment dans le domaine des listes de distribution.

Ceci dit, des passerelles existent pour l'interconnexion du réseau EUnet avec un réseau X.400. Il existe un RFC qui a fait l'objet de plusieurs révisions et qui définit comment passer du format RFC822 au format X.400(84), cet RFC a été longtemps connu sous le nom de RFC987, mais a depuis été remplacé par le RFC1138 qui définit un protocole pour passer à la version 1988 du standard X.400.

On trouvera à la figure 1, une comparaison des protocoles.

MAIL	Current				OSI		
Application	RFC822				X.420 (IPMS) (incl. RFC987 Gateway)		
	RFC976 rmail	RFC821 SMTP			X.411 MTS (incl. session & presentation layers)		
Transport	UUCP		TCP		RFC1006	TP-0	?
					TCP		
Net & Link	phone	X.25	IP		IP	X.25	?
			LAN	WAN	LAN	X.25	LAN

fig.1 Application de courrier électronique.

b) L'application de nouvelles.

Le schéma de comparaison des applications de nouvelles est tout à fait semblable à celui des applications de courrier électronique. Il existe, dans le réseau UNIX, aussi un standard qui définit le format des données de nouvelles à échanger. Il s'agit cette fois du RFC850. Quand les services de transport UUCP sont utilisés, le protocole pour échanger les messages ainsi formatés est tout simplement dénommé 'news' et est défini par le RFC850.4; quand les services de transport TCP sont utilisés, le protocole 'News Network Transfer Protocol' (NNTP) est utilisé pour échanger les messages, celui-ci est défini dans le RFC977.

En ce qui concerne les produits OSI, il n'existe pas encore à l'heure actuelle d'équivalent pour cette application.

Et il n'existe pas non plus de manière simple d'implémenter ces fonctionnalités sur des produits existants tel que X.400 par exemple (voir section 3, point 2.4.3).

Il faudra donc développer cette nouvelle application sans doute en utilisant les outils ACSE ('Association Control Services Elements') de la couche application définis dans un standard OSI. Ceci serait un bon test de la capacité de OSI à s'adapter à de nouvelles applications et ajouterait à sa crédibilité parmi les utilisateurs.

On trouvera à la figure 2, une comparaison des protocoles.

NEWS	Current				OSI			
Application	RFC850							
	RFC850.4 news		RFC977 NNTP		OSI - NNTP (incl. session & presentation layers)			
Transport	UUCP		TCP		RFC1006		TP-0	?
					TCP			
Net & Link	phone	X.25	IP		IP		X.25	?
			LAN	WAN	LAN	X.25		

fig.2 Application de nouvelles.

IV.2.3.2 Les protocoles de la couche Transport.

Nous reviendrons dans cette partie sur la comparaison des avantages et désavantages des deux protocoles de transport utilisés.

a) UUCP

Etant donné que le protocole UUCP utilise le réseau téléphonique ou le réseau X.25, il y a un temps de connexion non négligeable dont il faut tenir compte à chaque nouveau transfert. Pour rentabiliser au maximum ce temps de connexion, le protocole collecte un assez grand nombre d'informations avant d'envoyer tout en une fois sur une seule connexion. C'est la raison pour laquelle il est moins coûteux quand on utilise ce type de réseau sous-jacent. Il restera encore sans doute assez concurrentiel pour des liaisons temporaires où l'information peut transiter en 'batch' et ainsi utiliser la connexion de manière efficace.

b) TCP/IP.

Nous avons déjà longuement présenté les avantages que présente TCP/IP pour les utilisateurs de EUnet. Mais nous voudrions simplement revenir ici sur le fait que TCP/IP est utilisé sur de nombreux réseaux locaux. Pour éviter sur ces réseaux une infrastructure parallèle, chacune des machines n'est pas directement reliée au réseau EUnet mais une seule d'entre elles est désignée comme noeud d'entrée au réseau étendu. La plupart du temps, ce noeud fait office de passerelle de conversion vers UUCP. Cette conversion n'étant d'ailleurs pas très compliquée.

En ce qui concerne les protocoles de transport OSI, la position de EUnet n'est pas très claire à ce sujet. Ceci est dû au fait qu'il y a des choix à faire dans les protocoles proposés par OSI et ces choix doivent être dictés par la qualité du service réseau sous-jacent, or il continue à y avoir des discussions et des dissensions sur le genre de services réseau qu'il faudrait offrir : soit orienté connexion ou orienté sans connexion.

Malgré ces réticences, on trouve dans le rapport du plan de migration de EUnet une volonté très claire de fournir les services de transport OSI aux utilisateurs :

" Il est très important que les utilisateurs puissent utiliser les services de transport OSI

aussi vite que possible! Ceci leur permettra d'utiliser les applications OSI et de développer leurs propres applications basées sur les services de transport de OSI. Une disponibilité étendue des services de transport OSI avec une interface standard est un élément essentiel dans le processus de migration! Combinée avec des outils performants pour implémenter des applications basées sur cette interface, ceci formera une base pour une adoption étendue des nouveaux standards dans EUnet.

Pour atteindre ce but aussi tôt que possible, et en tenant compte du problème de l'interconnexion LAN/WAN qui n'est toujours pas résolu, ainsi que du manque d'implémentations actuelles, EUnet utilisera le produit ISODE pour fournir une interface de transport OSI au plus grand nombre possible d'hôtes du réseau EUnet".

Cependant, il semble que cette volonté du plan ait été très ralentie par les utilisateurs qui ne voyaient pas l'intérêt d'investir dans cette direction. En effet, au noeud central de Belgique, le produit ISODE est bien disponible, mais il n'est pas ou peu utilisé d'après S. Biesbroek.

IV.2.3.3 Les protocoles de la couche réseau.

Il y a en fait beaucoup de supports et de méthodes de communications utilisés dans le réseau EUnet qui fournissent les services réseau grâce auxquels le courrier électronique et les nouvelles peuvent être échangés. Différents protocoles sont utilisés ainsi que les configurations de réseaux locaux et de réseaux étendus.

a) Le réseau téléphonique commuté.

Le réseau téléphonique commuté est le système le plus utilisé dans le réseau EUnet. Il est en tout cas le seul système utilisé en Belgique pour connecter les 40 noeuds utilisateurs au noeud central de la KUL. Les connexions sont seule-

ment réalisées quand il y a suffisamment de données à transmettre. Aussi ce système n'est recommandé que pour les utilisateurs qui ont un faible volume de données à transmettre.

b) X.25.

X.25 est principalement utilisé sur le réseau public à commutation de paquets mais est aussi utilisé sur certaines lignes louées.

L'accès au réseau public se fait soit directement par X.25, soit en passant par un PAD par le protocole X.28. Les sites les plus importants peuvent se permettre d'acheter une interface X.25, les communications entre sites centraux de chaque pays se font par TCP/IP sur X.25 sur des lignes louées. Les plus petits sites se contentent de passer par un PAD. A Amsterdam, où est situé le noeud intercontinental pour l'Europe, est installé un commutateur X.25. La figure 3 résume les configurations possibles pour un hôte de EUnet.

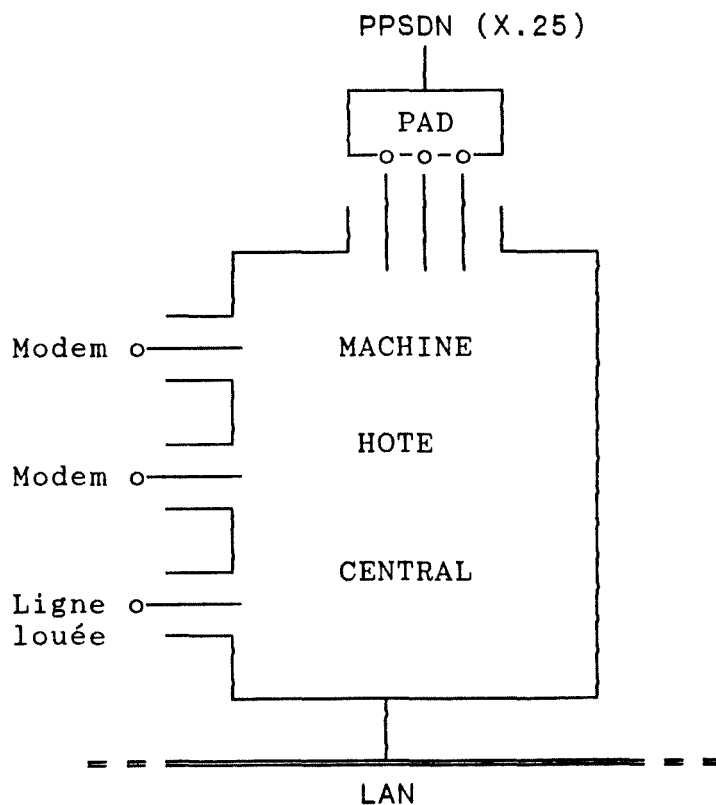


fig.3 Configuration avant migration

c) IP.

Il existe dans EUnet certains réseaux locaux qui sont connectés par une connexion point à point transférant des datagrammes IP encapsulés. Un exemple typique de cette technique d'encapsulation est la transmission de datagrammes IP dans des paquets de données X.25 procurant ainsi un service de datagrammes IP sur un circuit virtuel X.25.

Cependant, d'après S. Biesbroek, cette technique qui était "en vogue" au moment de la rédaction du plan de migration de EUnet perd de plus en plus de sa crédibilité parmi les responsables de EUnet.

En ce qui concerne les standards OSI, les choix faits au niveau réseau conditionneront le service de transport qui sera requis. Soit on généralise l'utilisation de X.25 et on peut alors utiliser un service de transport de classe 0. Ceci semble approprié pour les réseaux étendus. Soit on utilise les services de réseau en mode non connecté (CLNS) au-dessus desquels, il faudra utiliser la classe 4 des services de transport. Ceci est plus approprié pour la migration des réseaux locaux dans le plan de migration de EUnet. On trouvera un résumé de cette situation à la figure 4.

Il faut cependant remarquer ici qu'il n'est pas du tout certain que la migration vers OSI se fera dans les couches basses (réseau et transport). La tendance actuelle est plutôt de généraliser les standards TCP/IP quitte à bâtir au-dessus des couches OSI par exemple avec un produit tel qu'ISODE. Le réseau EUnet suit en cela la direction donnée par les Etats-Unis dans les réseaux Internet et NSFnet, qui au début présentaient la solution TCP/IP comme une étape dans la migration vers OSI mais qui maintenant, sont moins convaincus de la nécessité d'adopter ces standards pour les couches basses du modèle de référence. La même tendance se fait sentir en Europe, malgré le plus grand impact de OSI sur notre continent, il se développe des groupes tels que RIPE qui continuent à promouvoir le protocole IP au lieu des protocoles OSI pour la construction d'un inter-réseau.

	Current				OSI		
Transport Service	UUCP		TCP		ISO Transport		
Transport	UUCP		TCP		RFC1006	TP-0	?
					TCP		
Net & Link	phone	X.25	IP		IP	X.25	?
			LAN	WAN	LAN	X.25	LAN

fig.4 Comparaison des protocoles de transport.

IV.2.4 LES MOYENS TECHNIQUES.

La décision clé concernant les moyens techniques à mettre en oeuvre est celle d'utiliser une nouvelle machine appelée machine de transition qui permettra de mettre en place et de tester les nouveaux protocoles en ayant l'assurance que cela ne perturbera pas le réseau existant. Cette machine de transition devrait fournir tous les nouveaux services ainsi que les convertisseurs entre les nouveaux protocoles et les anciens, en utilisant les moyens de communication existants mais sans interférer avec le réseau existant. Cette nouvelle machine serait utilisée pour développer et pour tester les nouveaux services OSI. Cette machine de transition se situera au noeud intercontinental à Amsterdam.

De plus, de manière à permettre aux services existants basés sur X.25 de tourner en parallèle avec les nouveaux ser-

vices, un commutateur ('switch') X.25 est installé à Amsterdam. de sorte que la configuration prévue est celle de la figure 5.

On remarque sur cette figure qu'il est prévu l'installation d'un routeur. Il s'agit d'un routeur IP/ISO à utiliser entre le LAN et le réseau X.25 si cela n'était pas réalisable pas la machine de transition.

La machine de transition est connectée à l'hôte central par l'intermédiaire d'un réseau local sur lequel on utilise les protocoles TCP/IP.

" Les connexions X.25 de l'hôte central qui existent déjà seront accessibles à partir de la machine de transition en utilisant le commutateur X.25 pour permettre aux utilisateurs un accès à la machine centrale aussi bien qu'à la machine de transition.

Les opérations actuelles de EUnet ne seront pas affectées puisque les lignes téléphoniques ne sont pas changées, les appels X.25 seront dirigés par le commutateur, et il n'y aura pas de changement dans la configuration du réseau local.

Si un utilisateur désire envoyer un message à une destination située sur le réseau public X.400, son message sera d'abord reçu par l'hôte central en utilisant le réseau EUnet actuel. Le message sera envoyé à la machine de transition en utilisant SMTP sur TCP/IP par le réseau local. Le message sera reçu par la machine de transition, converti en utilisant la norme RFC987 [ou RFC1138 si on utilise X.400(88)], et finalement envoyé au MTA public approprié en utilisant TP0 de OSI sur le réseau public X.25

Plus tard, certains utilisateurs supporteront aussi X.400, dans ce cas, le message provenant d'un tel utilisateur sera envoyé sous un format X.400 par son MTA. Ce dernier sera soit délivré sous format X.400 au MTA destinataire si l'utilisateur de destination est aussi X.400, ou sera converti et délivré en utilisant les anciens protocoles de EUnet. La

machine de transition s'occupera entièrement des messages jusqu'à la conversion au format actuel.

De cette manière, les services EUnet existants seront supportés sans compromettre les services OSI. Au fil du temps, l'utilisation des services de EUnet diminuera et les services OSI supportés par la machine de transition seront étendus".

Ceci constitue les points principaux de l'étude présentée dans le plan de migration de EUnet. On se rend compte qu'il s'agit bien d'un plan et que les solutions techniques ne sont pas encore très précises. C'est sans doute une raison supplémentaire pour laquelle le passage par TCP/IP est considéré comme un pas dans la migration vers OSI car les études de la migration de TCP/IP vers OSI sont menées d'autre part et il existe certains produits tel qu'ISODE et certaines études menées du côté américain dans le réseau Internet pour une éventuelle migration vers OSI.

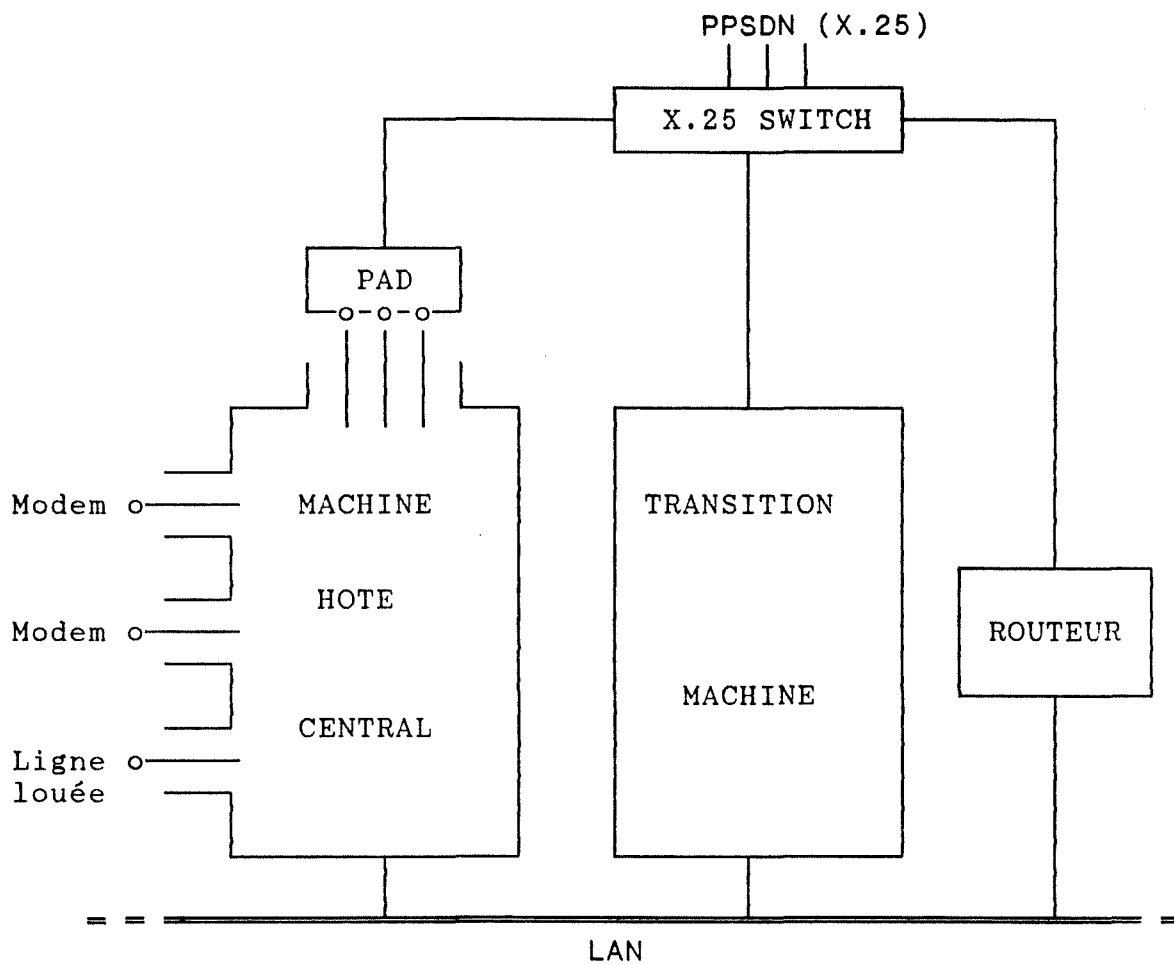


fig.5 Configuration pendant migration

CHAPITRE IV.3 LE RESEAU EARN.

IV.3.1 PRESENTATION DU RESEAU.

Rappelons que, par rapport à la taxinomie présentée dans l'introduction de cette section, EARN est un réseau de coopération. Il est ouvert à toutes les universités et les institutions académiques de recherche en Europe, au Moyen Orient et en Afrique. La seule restriction est qu'il ne peut être utilisé qu'à des fins scientifiques, pédagogiques, académiques, ou de recherche, et non pour servir des buts commerciaux par exemple.

Ce réseau a débuté en 1982 à l'initiative d'IBM qui l'a sponsorisé en prenant à sa charge les coûts de chaque noeud central dans chaque pays et en fournissant un support technique pour le développement du réseau. Ce financement direct s'est terminé fin 1987.

Le but principal de EARN est d'offrir un moyen de communication et d'échange d'informations entre toutes ses institutions européennes, ainsi qu'avec leurs collègues en Amérique et au Japon puisque EARN est directement lié à BITNET (Etats-Unis), NETNORTH (Canada) et Asianet (Japon).

Le réseau EARN est dirigé et contrôlé par ses utilisateurs à travers un 'Board of Directors' (BOD), dans lequel chaque pays participant est représenté par une personne. Le BOD se réunit deux fois par an pour définir les grandes lignes des décisions à adopter pour l'évolution du réseau. Il se base

sur le travail de Comités Exécutifs et de groupes de travail qui définissent les aspects techniques.

Il y a deux catégories de membres dans le réseau EARN : les membres à part entière qui peuvent communiquer avec n'importe quel autre membre du réseau; et les membres associés qui ne peuvent communiquer qu'avec les membres à part entière et qui de plus doivent payer leurs communications alors que les membres à part entière bénéficient de financements divers. En Belgique, c'est le FNRS qui paye les coûts d'utilisation du réseau, alors qu'IBM finance la ligne internationale avec Montpellier.

Parmi les membres à part entière, on trouve par exemple la plupart des universités européennes, l'ESA ('European Spatial Agency'), le CNRS (Centre National de Recherche Scientifique en France), le 'Max Planck Institute' en Allemagne, etc.

Alors que, par exemple, le laboratoire de recherche des PTT néerlandaises, l' 'United Nations International Computing Center' en Suisse, ou l' 'International Education Center' d'IBM à La Hulpe sont des membres associés.

EARN est principalement basé sur les protocoles IBM-RSCS (NJE) pour ses transmissions. Ceci pour plusieurs raisons, d'abord parce que l'initiative du réseau provient de IBM, ensuite parce que beaucoup d'universités utilisaient des machines IBM, et enfin pour permettre une connexion directe avec BITNET aux Etats-Unis.

Les services offerts sur le réseau EARN sont plus variés que ceux offerts sur EUnet. Il y a les applications de base telles que le transfert de fichiers, de documents, de programmes. Le courrier électronique est très utilisé. Mais Il y a aussi une fonction d'échange de courts messages à grande vitesse qui procure une fonction pseudo-interactive. L'accès à des bases de données ou à des librairies maintenues sur un ordinateur du réseau est aussi possible. Enfin l'exécution de travaux à distance est disponible depuis peu.

En 1989, il y avait 3100 hôtes connectés au réseau EARN, 40% d'entre eux étaient des machines IBM et à peu près la même proportion étaient constituée de machines DEC. En Belgique, on répertoriait en novembre 1989, 35 noeuds d'entrée au réseau. Ceux-ci sont disposés suivant une topologie en double étoile (voir figure 1). La liaison internationale entre la KUL et Montpellier était financée par le FNRS, mais comme il existait par ailleurs une liaison entre Bruxelles et Montpellier qui reliait des super-ordinateurs de la famille IBM sur le réseau EASInet, et que ces centres faisaient partie du réseau EARN, le FNRS a refusé de continuer à payer une liaison qui faisait pratiquement double emploi. C'est ainsi que le BOD a demandé à IBM de pouvoir utiliser une partie de la bande passante de la liaison Bruxelles - Montpellier pour son trafic international. A Montpellier, il existe un lien outre-atlantique avec New-York, il s'agit d'une liaison satellite à 64 Kbps.

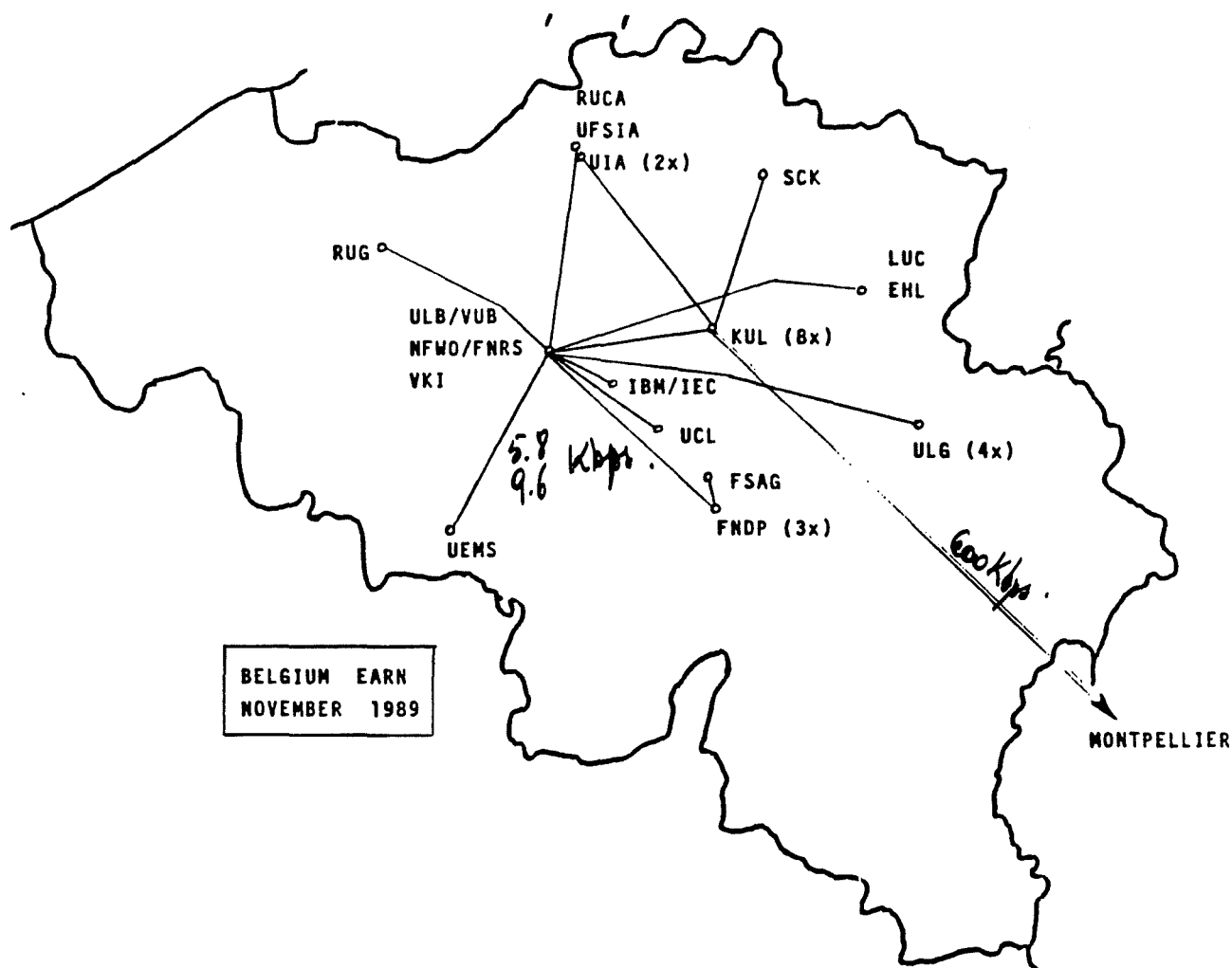


fig.1 Topologie du réseau EARN en Belgique.

IV.3.2 POLITIQUE GENERALE.

Depuis 1987, lorsque IBM a cessé de financer directement le réseau EARN, les responsables du réseau ont décidé, en répondant à une demande faite par le CEPT (le comité de consultation des PTT européennes) de migrer vers les protocoles OSI. Ils ont pour cela effectué des études préliminaires, en collaboration avec RARE, pour déterminer les grandes tendances des stratégies à prendre dans le cadre de EARN. En début 1988, ils ont alors contacté DEC pour lui demander un support technique ou autre pour la migration de leur réseau. Et en avril 1988,

le BOD a accepté les aides proposées par DEC, IBM et Northern Telecom dans différents domaines de la stratégie de migration.

Toutes les orientations stratégiques ainsi que les décisions techniques prises au cours du processus de migration sont rapportées aussi rapidement que possible dans des documents disponibles par le serveur LISTSERV sur le réseau. Ils sont contenus dans une liste de fichiers dénommée 'ISO'. C'est principalement sur ces documents qu'est basée la description qui suit. Les citations non référencées seront des citations tirées de ces documents.

Nous présentons d'abord les tendances générales de la stratégie définie pour le réseau EARN. Ensuite, nous attirons l'attention sur les raisons qui ont poussé le BOD à décider de la mise en place d'un réseau privé X.25. Et enfin, puisque cela fait partie de la stratégie de EARN que de rechercher des organismes qui puissent financer ou sponsoriser leurs actions, nous présenterons quelles sont les principales contributions de trois grands constructeurs : IBM, Digital et Northern Telecom.

IV.3.2.1 Tendance générale.

La décision de migrer vers OSI a donc été prise dès 1987. Il y avait plusieurs motivations pour cela. Elles sont exprimées de la manière suivante par Paul Bryant (référence 18).

" 1. EARN devait obtenir la permission des différentes autorités nationales pour pouvoir continuer à exister. Ceci parce qu'il allait à l'encontre du monopole des PTT dans certains pays. Le CEPT a alors émis l'avis que EARN pourrait continuer à exister pour autant qu'il engage un processus de migration vers les protocoles OSI. [Principalement vers les couches basses de OSI c'est-à-dire X.25. Car les PTT européennes doivent rentabiliser au maximum l'investissement qu'elles ont fait pour fournir un services X.25 aux utilisateurs.]

2. EARN utilise les protocoles NJE de IBM qui sont jugés assez primitifs en regard des services

qui sont proposés dans les standards OSI. De plus, on s'attend à ce que les protocoles OSI soient disponibles sur la plupart des systèmes, alors que NJE ne l'est que sur les plus populaires.

3. Tous les pays d'Europe Occidentale (et beaucoup d'autres) ont l'intention de baser leur réseau académique sur les protocoles OSI. EARN doit coopérer et interagir avec ces réseaux".

Dans la stratégie de migration de EARN, on peut distinguer deux niveaux d'approche : le niveau international et le niveau national. Seule la migration au niveau international sera dirigée et supervisée par le BOD (et fait l'objet des documents sur LISTSERV). Tandis que la migration de EARN dans chaque pays doit être effectuée en étroite collaboration avec les autres activités nationales existantes. Ceci doit cependant se faire de manière coordonnée mais on remarque certainement différentes vitesses d'avancement des travaux suivant les pays. La migration de EARN en Allemagne par exemple, devrait être favorisée par l'existence du réseau DFN ('Deutsches Forschungsnetz') qui a débuté en 1983 pratiquement en même temps que EARN mais qui depuis son début oblige tous ses membres à adhérer aux principes de OSI. Certains membres de l'association DFN sont aussi membres de EARN-Allemagne et donc peuvent mieux faire avancer les travaux de migration du réseau.

La stratégie décidée par le BOD de EARN peut se résumer de la manière suivante :

1. Etablir un réseau privé X.25(1984) avec des commutateurs X.25 qui permettent l'établissement de circuits virtuels permanents. Et utiliser les protocoles NJE sur ce réseau X.25; de même que certains autres protocoles non OSI tels que DECNET et les Livres de Couleur ('Colour Books' de JANET, voir chapitre 4).
2. Promouvoir l'emploi du protocole de courrier électronique X.400 en prévoyant l'installation d'un relais de conversion avec l'ancien système RSCS.

3. Abandonner autant que possible les anciens protocoles (NJE, DECNET, Colour Books) au profit des protocoles OSI. A ce stade, il sera possible d'utiliser le réseau public X.25.

Parallèlement, et en temps opportun, les centres nationaux de EARN seront aidés dans leur plan de migration national.

EARN a pris une orientation très claire en faveur du développement des standards en s'engageant à suivre les standards fonctionnels élaborés par le CEN/CENELEC, ainsi qu'en suivant de près les activités de RARE et les recommandations du projet COSINE. Ceci ne veut pas dire que EARN prend part directement au développement des standards en tant que tels. Sa politique n'est pas de développer lui-même des produits mais bien d'en sélectionner parmi ceux proposés par d'autres. La rapidité de la migration de EARN sera donc très dépendante de l'apparition de standards fonctionnels dans un premier temps et de produits implémentant ces standards dans un deuxième temps.

On peut remarquer aussi que le plan de migration de EARN vers OSI n'envisage pas le passage par TCP/IP. Mais que "l'utilisation des services de la classe 4 des protocoles de transport de ISO devrait être envisagée quand des lignes à grande capacité et à faible taux d'erreur seront disponibles ainsi que des produits de protocoles OSI suffisamment stables dans ce domaine". Ceci est sans doute dû au fait que le protocole TCP/IP n'est pas très répandu dans la communauté de EARN qui était très orientée IBM (excepté beaucoup de réseaux locaux et BITNET Israël).

IV.3.2.2 L'utilisation d'un réseau privé X.25.

Malgré la demande du CEPT d'utiliser le réseau public X.25, il a été décidé de mettre en place un réseau privé et ceci pour plusieurs raisons.

1. Le réseau public X.25 ne propose pas la version 1984 du standard.

2. Au début de la migration, il sera nécessaire d'utiliser des circuits virtuels permanents alors que ces derniers ne sont pas disponibles sur les connexions internationales.

3. Les prévisions du coût de l'utilisation du réseau public X.25 montraient que ce dernier occasionnerait des dépenses de cinq à dix fois supérieures pour un même trafic.

4. EARN pose les mêmes critiques que EUnet en ce qui concerne les performances du réseau public pour des trafics groupés ('bulk traffic'). Le réseau public à commutation de paquets est mieux adapté pour des utilisations interactives ou transactionnelles qui ont un long temps de connexion avec un faible débit de données. Mais les 2000 bits par seconde qu'un utilisateur peut espérer sur une connexion internationale ne sont pas suffisants pour les utilisateurs de EARN. Ceci pourrait cependant s'améliorer prochainement pour permettre alors l'utilisation du réseau public.

Ce réseau privé X.25 est maintenant opérationnel et est, d'après Digital, "Le premier réseau à l'échelle internationale qui soit conforme aux standards OSI, et ce, jusqu'à et y compris la couche session". (N. O'Reilly, novembre 1989). Il faut en effet préciser que sous l'impulsion de Digital, les protocoles NJE peuvent être utilisés sur les services de la couche session de OSI et ceci aussi bien pour des systèmes VM, que MVS ou VAX-VMS.

La topologie du réseau est le résultat d'un compromis entre la performance et les coûts.

" D'un point de vue des performances, un réseau basé sur un seul commutateur de grande capacité donnerait de meilleurs résultats. Mais d'un point de vue financier, l'installation de commutateurs dans les pays ayant des lignes à faible tarif permettra de réduire les coûts. Le compromis est la topologie à quatre commutateurs montrée à la figure 2. Bien que la Suisse ne soit pas un pays où les tarifs sont faibles, un commutateur y est prévu pour des raisons

de grande concentration de trafic à cet endroit".
(10/11/1988)

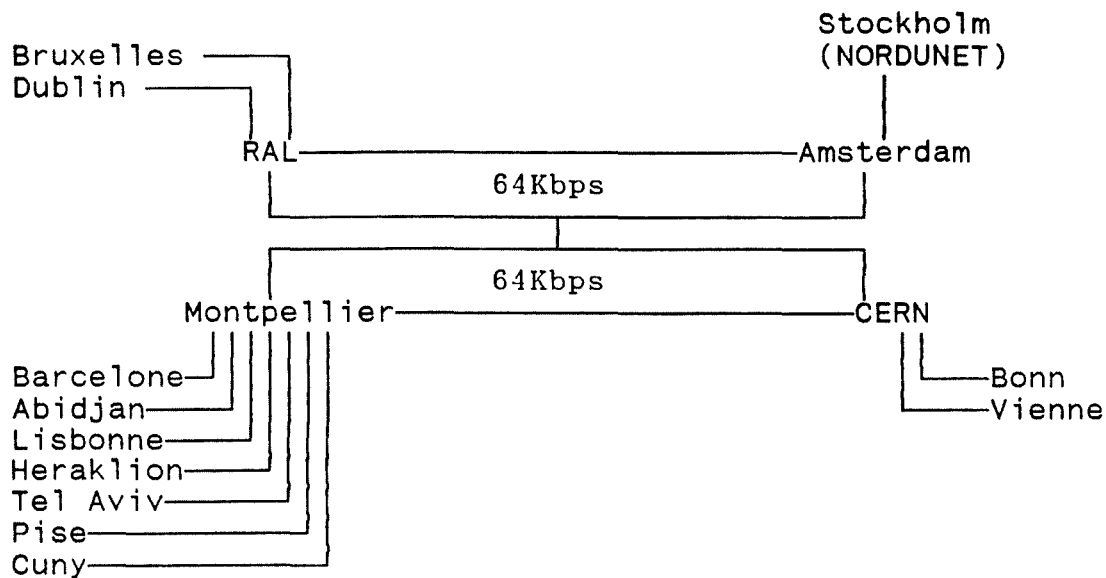


fig.2 Topologie prévue du réseau X.25 international.
(10/11/1988).

Les lignes entre les commutateurs doivent être de nouvelles lignes et sont installées en fonction des besoins de liaisons.

Les lignes entre les pays participants et un commutateur doivent faire l'objet de négociations avec les autorités des pays concernés. Nous avons déjà vu plus haut quelle était la situation pour la Belgique qui utilise une partie de la bande passante d'une liaison entre Bruxelles et Montpellier.

IV.3.2.3 Apport de DEC.

DEC sponsorise le réseau EARN depuis octobre 1987 de différentes manières mais toujours avec une orientation exclusivement OSI.

1. Il fournit un certain nombre de systèmes MicroVAX pour implémenter les fonctions de conversion de protocoles NJE vers OSI, ces systèmes sont appelés les 'G-boxes'. Nous les présen-

terons au point 3.4 consacré aux moyens techniques mis en oeuvre.

2. Il fournit des bureaux et du personnel technique dans le cadre d'un centre d'opération situé aux Pays-Bas.

3. Il contribue financièrement à l'évolution des lignes à 9.6Kbps vers des lignes à 64Kbps, à la condition que celles-ci ne soient utilisées que par des protocoles OSI.

4. Il fournit un circuit transatlantique entre l'Irlande et un site de NSFnet aux Etats-Unis.

IV.3.2.4 Apport d'IBM.

IBM continue à participer au développement de EARN mais pas exclusivement dans la direction OSI comme le fait DEC.

1. Il fournit des commutateurs d'interconnexion X.25 (XI).

2. Il fournit le logiciel de NJE sur la couche session de OSI sur les ordinateurs IBM.

3. Il fournit un support de conseils et de guidance aux pays participants.

Il faut remarquer ici que depuis qu'il a abandonné son financement direct de EARN, IBM s'est plus engagé dans l'établissement d'un réseau devant relier entre eux des super-ordinateurs (IBM) et devant permettre à l'avenir des accès à ces super-ordinateurs. Ce réseau s'appelle EASInet, il devrait supporter dans un premier temps les protocoles OSI, SNA et TCP/IP.

IV.3.2.5 Apport de Northern Telecom.

Northern Telecom fournit les commutateurs X.25 pour le réseau privé avec des lignes à 64Kbps et une aide technique pour la maintenance de ces commutateurs.

IV.3.3 COMPARAISON DES PROTOCOLES.

La comparaison des protocoles est toujours nécessaire dans un plan de migration d'un réseau. Les gestionnaires de EARN l'ont aussi reconnu et expriment cette nécessité en se donnant les trois buts principaux suivants au niveau de la stratégie à définir :

1. Assurer la continuité des services existants.
2. Définir le chemin à suivre dans l'implémentation d'applications OSI.
3. Assurer la communication avec d'autres réseaux existants, qu'ils soient ou non conformes OSI.

En ce qui concerne le premier point, on distingue dans la stratégie deux étapes :

1. Identifier les services existants.
2. Trouver les correspondances possibles avec les applications OSI.

Dans cette partie, nous commencerons par expliquer la stratégie qui a été adoptée pour le premier des trois buts principaux présentés. Nous donnerons ensuite un aperçu de ce qui a été décidé concernant le deuxième but. En ce qui concerne le troisième but, comme il ne s'agit pas à proprement parler d'un but spécifique à la migration, nous reportons le lecteur à la consultation de la liste iso sur le serveur LISTSERV.

IV.3.3.1 Les services existants vis-à-vis des services OSI.

Le protocole utilisé dans le réseau EARN est le protocole NJE. On l'associe souvent avec son implémentation la plus ancienne : RSCS qui est l'implémentation NJE du système d'exploitation VM et MVS. Il s'agit d'une implémentation partielle de la définition du protocole, mais cette dernière constitue le standard de fait sur les réseaux EARN et BITNET.

Le protocole NJE a été conçu bien avant que les gens qui ont développé le modèle de référence utilisé dans le réseau ARPANET n'aient introduit le concept de la décomposition en couches. Si bien qu'il n'est pas possible de faire des correspondances entre des parties du protocole NJE et l'une ou l'autre couche du modèle OSI. Le protocole NJE est tout à fait monolithique et ne permet pas une décomposition en couches.

Pour pouvoir utiliser d'autres protocoles tels que SNA ou les protocoles OSI, il faut utiliser le protocole NJE en entier au-dessus du LU0 de SNA ou au-dessus de la couche session de OSI. Ce qui bien entendu ne peut être qu'une solution à court terme. Car on dédouble ainsi le travail effectué pour transférer une information. Cependant, il s'agit des deux solutions retenues comme une étape dans la migration vers OSI.

Le problème qui se pose dans le réseau EARN est qu'il n'existe pas dans la panoplie des standards OSI d'applications équivalentes à celles proposées actuellement aux utilisateurs de EARN. C'est pourquoi, le protocole NJE doit continuer à être utilisé pour fournir ces services que les utilisateurs apprécient et auxquels ils sont habitués. Ces services sont les suivants :

1. Courrier électronique.

Un bon nombre d'applications de courrier électronique sont utilisées pour le moment sur EARN. Il s'agit par exemple de messages conformes à la norme RFC822 (RICE), ou de messages échangés par les applications NOTE, PROFS, ou encore BSMTTP. Le réseau gagnerait certainement en efficacité s'il pouvait harmoniser

tout ceci. Cependant, on retrouve parmi les utilisateurs de EARN, la même critique que parmi les utilisateurs de EUnet au sujet de X.400, celle qui dit que tant que l'application X.400 n'offrira pas de services réellement plus intéressants que ce qui existe déjà à l'heure actuelle, les utilisateurs ne verront pas la nécessité d'investir du temps et de l'argent pour remplacer un service de courrier électronique qu'ils ont déjà et dont ils sont très contents.

2. Transfert de fichiers.

Les transferts de fichiers sur EARN ont ceci de particulier qu'ils fonctionnent dans leur principe comme le courrier électronique. On envoie un fichier à une adresse sur le réseau EARN sans devoir connaître le mot de passe d'accès de l'utilisateur à qui on veut envoyer le fichier (comme c'est le cas avec FTP). Les formats les plus utilisés à l'heure actuelle sont les formats PUNCH et NETDATA.

3. Messages interactifs.

Les messages courts sont très utilisés pour des communications rapides entre personnes, pour des services d'informations du réseau, ainsi que pour l'administration du réseau. Il n'existe pas d'implémentation qui corresponde à ce service dans les standards OSI.

4. Soumissions de travaux.

Ceci inclut la soumission de travaux à des hôtes éloignés ainsi que la soumission de documents à des appareils d'impression.

La comparaison entre les services offerts actuellement et les services proposés par OSI, a guidé les décisions de migration :

" Le groupe a examiné en détail les problèmes qui surviennent quand on essaie de faire la correspondance entre les services existants et les services équivalents de OSI. Il en a conclu que bien

que cette équivalence puisse être possible techniquement, elle demanderait un effort substantiel de développement ainsi qu'un nombre appréciable de ressources. De plus, il a été mis en évidence que ce type d'approche aurait nécessité une interruption importante des services actuels et aurait probablement requis la gestion simultanée de différentes migrations individuelles".

C'est pourquoi la solution retenue finalement a été de garder les services NJE existants avant que des équivalents OSI n'apparaissent. Cependant, les protocoles doivent de toute façon être basés sur une infrastructure X.25(84) internationale. Et donc, il faut trouver un moyen d'utiliser le protocole NJE au-dessus de X.25. La solution de NJE sur SNA permettrait d'utiliser SNA pour passer sur X.25. Mais cette solution n'est pas applicable sur tous les hôtes du réseau, et engagerait d'autre part la communauté EARN dans une dépendance vis-à-vis d'un constructeur (IBM) ce que la migration vers OSI essaye justement d'empêcher.

Pour garder les services NJE, on a finalement décidé d'en faire une implémentation sur les services de la couche session de OSI. Comme NJE est tout à fait monolithique, il faut implémenter tout le protocole au-dessus de la couche session, ce qui paraît peut-être redondant. Mais il s'agit d'une solution à court terme qui permet une continuité dans les services existants (en perdant sans doute en efficacité et en simplicité), tout en permettant au réseau de se mettre dans la situation de pouvoir accepter les applications OSI directement lorsqu'elles seront jugées intéressantes pour la communauté des utilisateurs de EARN. Cette solution présente en outre l'avantage d'être applicable pour tous les types d'équipements utilisés sur le réseau. En effet, des propositions d'implémentations de NJE comme application au-dessus de la couche session de OSI ont été faites par le groupe de travail pour des hôtes IBM VM et MVS, ainsi que pour des hôtes VAX/VMS. Il ressort de ces propositions que cette implémentation pourra être réalisée sans demander un trop gros effort dans le développement de nouveaux logiciels.

IV.3.3.2 Vers les applications OSI.

a) X.400.

Comme nous l'avons dit plus haut, il n'y a pas à l'heure actuelle d'application OSI qui puisse offrir les services auxquels les utilisateurs de EARN sont habitués. Excepté l'application de courrier électronique (X.400) qui est la seule application OSI sérieusement envisagée par le BOD mais ne sera pas nécessairement plébiscitée par les utilisateurs tant qu'il n'existera pas d'implémentation proposant des services plus étendus que ceux actuellement offerts sur le réseau.

EARN a envisagé l'utilisation de l'implémentation dite IBM Heidelberg de X.400 réalisée par le centre IBM de réseaux européens. Cette implémentation est conforme au standard fonctionnel défini par le CEN/CENELEC et pourra interagir avec d'autres implémentations du standard. Ce système permet d'avoir une partie de l'UA qui soit éloignée et qui communique avec le système X.400 à travers un réseau NJE. Ceci permettra à l'application X.400 d'être accessible même par les noeuds n'étant pas encore sur l'infrastructure X.25.

Bien entendu il faut toujours prévoir des relais ou des passerelles de conversion pour garder la connexion entre les machines ayant migré et les autres. Pour l'application de courrier électronique, le relais de conversion utilisé sera celui qui existe déjà par ailleurs pour transformer les formats RFC822 en format X.400 et vice versa, ce relais de conversion implémenté sur IBM/VM est conforme au RFC1138 qui actualise le RFC987. Il s'agit d'un produit réalisé par la société Softlab GmbH et commandé par le réseau DFN d'Allemagne.

Comme annoncé au début, la migration dans les différents pays peut prendre différentes vitesses. Nous pouvons donner ici des chiffres tirés d'un message de Peter Kaufmann au WG1 de RARE concernant l'état d'avancement de la migration de EARN en Allemagne :

" Certains sites supportent EARN et DFN en parallèle; certains sites EARN sont déjà déconnectés

[utilisent DFN uniquement ?]. Ce qui augmente tout particulièrement le trafic sur la passerelle EARN-X.400. "

Table 1. Evolution du trafic X.400 en Allemagne (Jan. 1990)

période	passerelle EARN MB/messages	X.400 intern. MB/messages	X.400 nat. noeud central MB/messages
Sept 87	6.7	NN	NN
Nov 87	14.9/NN	NN	43.4/6900
Fév 88	22.5	NN	
Mai 88	29.6/7600	6.2/1600	48.8/9100
Nov 88	67.2/12000	8.6/2200	73.5/12000
Mai 89	152.6/15900	13.3/9100	103.0/21800
Jan 90	325.0/41900	19.3/7000	227.5/41100

b) FTAM.

On peut malgré tout dire aussi que pour remplacer le transfert de fichiers NJE, l'application FTAM pourrait être envisagée quand il existera des implémentations qui auront été testées et qui auront prouvé leur efficacité.

Un relais de conversion entre NJE et FTAM ne sera pas trop compliqué à réaliser d'après le groupe d'étude de EARN. Cependant, "à cause de la nature complexe de FTAM vis-à-vis de la nature plus simple de NJE, le relais de conversion ne sera pas très souple. En particulier, les adresses devront être transportées dans le corps d'un fichier NJE. De plus, certains types de fichiers ne pourront pas être transférés".

Dans l'optique de EARN d'utiliser des produits existants, le relais de conversion qui sera utilisé pour passer de NJE à FTAM, sera le système GIFT situé au CERN.

IV.3.3.3 La migration vers les protocoles X.25.

La migration vers l'utilisation des protocoles X.25 nécessite quelques précisions techniques notamment en ce qui concerne le format des adresses sur le réseau.

a) La structure des adresses X.25.

EARN a défini une structure d'adresse X.25 pour DTE. On a tenu compte, pour ce faire, des considérations suivantes :

1. Les numéros des DTE doivent pouvoir être alloués de manière aussi automatique que possible.
2. Le premier chiffre du numéro de DTE doit être différent de 0.
3. Il est impossible de définir un schéma d'adressage qui soit en harmonie avec tous les réseaux existants. Essayer de définir un tel schéma d'adressage, empêcherait de toute façon une allocation libre des numéros, ce qui serait inacceptable.
4. La connexion au réseau public ne devra pas être exclue.
5. Il y aura un certain nombre de réseaux nationaux et internationaux à interconnecter par X.75.

Etant donné ces considérations, la recommandation X.121 du CCITT pourra être utilisée. Les numéros de DTE seront de la forme suivante :

P	DNIC	NTN (Network Terminal Number)	
		8 digits entry code	2 digits subaddress
up to 1 digit	4 digits		

P est le préfixe international. Ce chiffre a une signification à l'intérieur d'un réseau et permet la distinction entre un numéro national (seulement le NTN) et un numéro international contenant le chiffre P, DNIC et NTN. Certains réseaux interprètent le chiffre P de différentes manières. Ainsi pour

éviter les ambiguïtés avec le DNIC, on conseille de n'employer que 0, 8 ou 9. 9 est cependant recommandé.

DNIC ('Data Network Identification Code') est composé de trois chiffres représentant le code du pays et un chiffre supplémentaire pour identifier le réseau à l'intérieur de ce pays. La recommandation pour EARN est de positionner ce chiffre à 0.

NTN est alloué par l'opérateur du réseau. L'utilisation a montré que le NTN pouvait être composé de 8 chiffres suivis de deux autres chiffres optionnels qui ne sont pas contrôlés par le réseau. Certaines administrations séparent les 8 chiffres en un code régional suivi de chiffres permettant de différencier les équipements de cette région. EARN utilisera aussi ce schéma d'adressage.

b) La structure des adresses NSAP.

La couche réseau telle que définie dans le standard IS 8348 de ISO, assure un service point à point à travers une série de réseaux X.25 adjacents. Ceci est rendu possible grâce à l'utilisation de 'Network Service Access Point' (NSAP) qui adresse une entité réseau de manière univoque. L'adresse NSAP est donc une adresse globale. Dans le cas des réseaux X.25, les NSAP du destinataire et de l'expéditeur peuvent être placés dans le paquet X.25 en tant que "adresse étendue" ('extended address') qui est prévue dans les "facilités optionnelles pour les utilisateurs" par la recommandation X.25(84) du CCITT.

Etant donné que EARN désire être connecté à d'autres réseaux X.25 ayant un schéma d'adresse qui soit différent, tel que deux mêmes adresses existent sur les deux réseaux, l'utilisation des NSAP pour interconnecter de tels réseaux et pouvoir utiliser les protocoles des couches supérieures de OSI sera nécessaire. C'est pourquoi EARN doit décider aussi d'un schéma d'allocation des NSAP. En effet, dans le modèle OSI, ISO fait la distinction entre les Services Réseaux (services abstraits, point à point) et les sous-réseaux constituant avec leurs Services Sous-Réseaux associés. L'adresse globale (NSAP) est transférée à travers tous les sous-réseaux, mais chaque sous-réseau reçoit une adresse sous-réseau distincte pour

déterminer le point de sortie du sous-réseau. En pratique, le paquet X.25(84) contient deux adresses OSI dans le champs 'facilities', mais élabore son routage sur base des adresses des DTE dans la première partie du paquet de requête de connexion.

Le schéma d'adressage des NSAP défini par ISO dans IS 8348 est le suivant :

IDP			DSP
AFI	IDI		
ISO DCC AFI (38)	identifiant du pays ISO 3166	alloué par une administration nationale	alloué par l'utilisateur

Il s'agit d'un schéma hiérarchique : le NSAP est composé d'une suite de 40 chiffres. Il commence par un 'Initial Domain Part' (IDP) et est suivi d'un 'Domain Specific Part' (DSP). L'IDP est ensuite décomposé en un 'Authority Format Identifier' (AFI) et un 'Initial Domain Identifier' (IDI). L'AFI définit le type de réseau utilisé (X.121, PSTN, Telex, RNIS, etc.) ou un des deux schémas indépendants des réseaux définis par ISO. Ces derniers sont le schéma ISO-DCC, qui nomme les différentes autorités nationales, et le schéma ISO-6523-ICD qui nomme les différentes autorités internationales. L'AFI 38 définit le schéma ISO-DCC avec une représentation de l'adresse en 40 chiffres décimaux.

Puisque EARN a décidé d'adopter le schéma d'adresse X.121 pour adresser les DTE à l'intérieur de son réseau X.25, il semblerait attrayant d'adopter ce schéma pour le NSAP. Malheureusement, ceci ne marche que si les adresses X.121 sont uniques. Ceci est sans doute vrai pour les réseaux X.25 des PTT mais non pour les réseaux académiques auxquels EARN est ou sera connecté. Adopter le schéma d'adresse X.121 pour les NSAP ne garantirait donc pas l'unicité globale des NSAP.

C'est pourquoi EARN a décidé d'adopter le schéma d'adresse indépendant des réseaux défini par ISO. Mais comme ce schéma d'adressage des NSAP est indépendant des adresses X.25, il faudra bien entendu assurer un mécanisme de répertoire qui permettra de retrouver l'adresse X.25 dans un réseau particulier à partir du NSAP. Ce mécanisme de répertoire n'a pas encore été défini (10 novembre 1988).

Il reste à choisir entre les deux schémas indépendants proposés par ISO. EARN a choisi de se considérer comme une série d'organisations nationales plutôt que comme une organisation internationale, c'est-à-dire que le schéma ISO-DCC a été retenu. En effet, EARN ne voulait pas allouer des adresses NSAP internationales à des entités qui par ailleurs avaient déjà une adresse NSAP à l'intérieur de leur organisation nationale. Il était indésirable pour une entité d'avoir plusieurs NSAP définis. Ainsi, dans les pays où un schéma d'allocation des adresses NSAP a été défini, EARN adoptera ce schéma si possible (par exemple un pays qui aurait adopté X.121 pour les NSAP devra changer son schéma d'adressage), et dans les pays où rien n'a encore été décidé, EARN devra décider de schémas d'allocation avec les autorités locales.

Par exemple, un NSAP anglais pourrait être : 38 826 1100 DSP. Où 38 désigne l'AFI choisit par EARN. 826 est le code ISO-3166 pour la Grande-Bretagne. 1100 est le code qui a été alloué pour le réseau JANET par le 'British Standards Institute'. Le format de DSP ressort d'une décision nationale (voir chapitre 4 sur JANET).

IV.3.4 LES MOYENS TECHNIQUES.

Les moyens techniques à mettre en oeuvre pour la migration du réseau EARN ont été très tôt assez bien spécifiés. On peut en distinguer une partie logicielle et une partie matériel. La partie logiciel des moyens techniques a consisté à choisir parmi les produits proposés par les firmes les logiciels qui rencontraient le mieux la stratégie de migration

définie par le BOD. Nous ne rentrerons pas ici dans le détail des logiciels choisis. En ce qui concerne la partie matériel, nous avons déjà évoqué les participations de Northern Telecom et de Digital pour la migration de EARN. Des spécifications précises des commutateurs pour Northern Telecom et des machines de transition pour Digital ont été établies dès la fin 1988. On peut trouver ces dernières dans la liste de distribution iso de LISTSERV. Nous donnerons ici seulement une description de la manière dont les choix de spécifications techniques ont été faits dans ces deux derniers cas.

IV.3.4.1 Les commutateurs X.25 de Northern Telecom.

Il existe un certain nombre de fabricants capables de fournir des commutateurs X.25 qui conviennent. Cependant, Northern Telecom s'est proposé pour fournir le matériel ainsi que la maintenance gratuitement.

Les exigences de EARN pour ces commutateurs étaient bien définies. Tout d'abord, les lignes entre Rutherford, le CERN, Montpellier, et Amsterdam seront dès que possible des lignes à 64Kbps. Les autres connexions utiliseront dans un premier temps les lignes à 9.6Kbps existantes.

Ensuite, les exigences pour le commutateur étaient les suivantes :

- Supporter X.25(84).
- Fournir des circuits virtuels commutés et permanents.
- Fournir au moins 20 interfaces DCE/DTE.
- Fournir au moins 500 circuits virtuels commutés.
- Fournir au moins 200 circuits virtuels permanents.
- Fournir des interfaces DCE à 64Kbps.
- Fournir des facilités de gestion.
- Etre capable de supporter le schéma d'adressage de EARN (X.121).
- Etre capable de traiter au moins 800 paquets par seconde.

- Supporter les équipements DTE conformes aux standards fonctionnels Y11 et T31 définis par le CEN/CENELEC.

Le commutateur DPN-100 de Northern Telecom rencontrait toutes ces exigences et les dépassait pour les points suivants :

- Il fournit entre 32 et 64 interfaces DCE/DTE.
- Il fournit 650 circuits virtuels commutés.
- Il est capable de traiter 3200 paquets par seconde.

L'assistance technique nécessaire à l'installation de ces commutateurs est prévue à 1.5 années-homme.

IV.3.4.2 Les machines de transition (boîtes-G) de Digital.

Ayant défini sa stratégie de migration, la meilleure manière de réaliser les objectifs définis est, comme dans le réseau EUnet, d'utiliser des machines de transition. Mais à la différence de EUnet, il y aura plusieurs machines de transition et non une seule. Ce qui peut se comprendre quand on a identifié le but de ces machines qui est principalement de fournir NJE sur les services session de OSI. Pour migrer, un système EARN devra donc, dans un premier temps, utiliser une de ces boîtes-G dont les fonctionnalités minimales ont été définies comme suit :

1. Fournir NJE sur les services session de OSI.
2. X.400 :
 - Fournir un service X.400 localement.
 - Fournir une passerelle RFC822 - X.400 conforme à RFC987.
3. Etre un support pour d'autres communautés de réseaux.

Ces fonctionnalités ont défini certaines exigences pour la configuration de la machine de transition en ce qui concerne :

1. Le cycle CPU et la configuration mémoire.

2. La capacité des disques (qui doit être suffisante pour des opérations de 'store and forward').
3. Les interfaces de communication (qui doivent supporter BSC, Ethernet, X.25 et X.29).

Ceci termine la description des plans de migration du réseau EARN qui semblent plus précis que ceux de EUnet en ce qui concerne les spécifications techniques du matériel et du logiciel à utiliser.

CHAPITRE IV.4 LE RESEAU JANET.

IV.4.1 PRESENTATION DU RESEAU.

Rappelons que par rapport à la taxinomie présentée dans l'introduction de cette section, JANET est un réseau de recherche. Il a débuté en 1970 par l'interconnexion d'ordinateurs de centres universitaires et d'autres établissements de recherche. En 1977, il était connu sous le nom de 'Science Engineering Research Council network' (SERCnet), il a été renommé en 1984, pour porter son nom actuel : Joint Academic NETwork (JANET). Son but actuel n'est rien de plus que de fournir des liaisons réseaux entre les centres de recherche de Grande-Bretagne ainsi que des accès aux réseaux du monde entier.

Le support technique et administratif pour ce réseau est fourni par le Network Executive (NE), basé au SERC du 'Rutherford Appleton Laboratory' (RAL), ainsi que par le 'Joint Network Team' (JNT) composé actuellement de 17 personnes (23 janvier 1990).

Le réseau JANET est financé par le 'Computer Board for Universities and Research Council' et aucune charge n'est demandée aux utilisateurs du réseau.

Les protocoles utilisés actuellement dans le réseau JANET sont souvent désignés comme les protocoles des Livres de Couleur ('Color Books') car chacun de ceux-ci est nommé par la couleur de la couverture du livre qui le décrit. Les proto-

coles ont été développés et mis au point à partir de 1979 par le JNT, qui pour faire face aux besoins de communication présents dans la communauté académique a dû développer ses propres protocoles puisque les standards internationaux n'étaient pas encore au point à ce moment.

Les réseaux locaux connectés à JANET utilisent soit un commutateur X.25 d'un campus, soit le standard 'Cambridge Ring' (CR82) développé par le JNT ou le standard Ethernet (IEEE 802.3). Les deux derniers protocoles étant les plus populaires. Les réseaux étendus utilisent de plus en plus X.25 sur des lignes louées. Les couches supérieures sont encore basées sur les spécifications des Livres de Couleur :

1. Livre Orange (1982): aussi connu sous le nom 'Cambridge Ring 82 Protocol' (CR82).
2. Livre Rose (1985): Détails d'implémentation pour les protocoles sur LAN CSMA/CD.
3. Livre Jaune (1980-83-85): aussi connu sous le nom 'Yellow Book Transport Service' (YBTS).
4. Livre Vert (1981): Recommandation pour l'utilisation de X3, X28 et X29.
5. Livre Bleu (1981): aussi connu sous le nom 'Network Independent File Transfer Protocol' (NIFTP).
6. Livre gris (1984): Protocole de courrier électronique du JNT.
7. Livre Brun (1985): aussi connu sous le nom de 'Simple Screen Management Protocol' (SSMP).
8. Livre Rouge (1981): aussi connu sous le nom de 'Job Transfer and Manipulation Protocol' (JTMP).

IV.4.2 POLITIQUE GENERALE.

Nous essayerons de relever dans cette partie les points particuliers qui ont retenu l'attention du JNT dans la définition des actions à entreprendre pour la migration de JANET vers OSI.

IV.4.2.1 L'orientation OSI.

C'est en 1985 que le 'Computer Bord' (qui finance JANET) a émis l'avis suivant lequel les systèmes d'ordinateurs fonctionnant sous ses auspices devaient utiliser les standards OSI dès que ceux-ci seraient disponibles.

Suite à cela, le JNT a établi un groupe de travail qui devait examiner la politique à suivre pour permettre une transition douce des protocoles existants vers ceux de l'ISO sans réduire le niveau des services rendus jusqu'alors. Et c'est en juillet 1987 que ce groupe a émis son rapport final présentant la stratégie de migration du réseau JANET. Ce rapport est aussi connu sous le nom de Livre Blanc (référence 22), il doit être complété par une série d' 'OSI Requirements Notes' (ORN) qui spécifient les détails techniques à prendre en compte par les responsables à l'intérieur d'une organisation qui aurait décidé que le moment était venu pour elle de migrer.

Mais dès le début, la communauté académique anglaise a reconnu l'avantage qu'elle trouverait dans l'établissement d'un standard pour les moyens de communication. Dans le Livre Blanc, on trouve notamment les deux arguments suivants :

1. La communication entre systèmes hétérogènes est un outil essentiel pour la collaboration académique dans tous les domaines, informatique ou autres.
2. Les constructeurs n'implémentent pas immédiatement les protocoles spécifiques à la communauté anglaise sur leurs nouveaux produits, alors que si les standards s'imposent, on peut espérer avoir un suivi plus direct de ceux-ci. On peut espérer que les constructeurs proposeront les protocoles standards dans leur catalogue habituel de logiciels, de telle sorte qu'ils soient disponibles en même temps que le nouveau système d'exploitation.

La politique générale du JNT et du NE est de rester autant que possible proche des standards OSI mais sans pour autant devoir retarder les réponses aux besoins immédiats de la

communauté scientifique. C'est ainsi que des protocoles particuliers ont été développés très tôt pour répondre aux besoins de communication, mais que dès que les standards OSI apparaissent et qu'ils sont suffisamment stables, le JNT définit un plan de transition vers ces standards. On peut d'ailleurs lire dans l'introduction de chacun des Livres de Couleur qu'il s'agit d'une solution intérimaire que le JNT développe en attendant l'apparition de standards mûrs et répandus venant de l'ISO. Dès le départ, la communauté anglaise projetait de migrer vers les standards OSI dès que possible.

Des trois réseaux examinés dans le cadre du travail présent, il semble que JANET soit celui pour lequel le désir de migration soit le plus important, et pour lequel les stratégies de transition sont les mieux définies, les plus précises, et les plus accessibles par les utilisateurs. Cette partie consacrée à JANET se base principalement sur le Livre Blanc cité ci-dessus. Il ne nous a pas semblé intéressant dans le cadre de ce travail de consulter les ORN qui sont spécifiquement destinées aux gestionnaires du réseau JANET.

IV.4.2.2 Comment gérer le caractère dynamique du processus de transition.

Le problème principal que le groupe de travail de définition de la stratégie de migration a relevé, est celui de trouver un moyen pour permettre à une machine de changer de protocoles sans être obligée d'en avertir les autres systèmes qui voudraient pouvoir continuer à communiquer avec elle. Il a en effet été évalué que s'il y avait trois changements par jour quelque part dans le réseau, cela prendrait cinq ans avant que JANET ne devienne tout à fait conforme à OSI!

" Il y a actuellement (22 mars 1990) 1200 enregistrements de services X.29, 1100 de transfert de fichiers du Livre Bleu, 1300 de courrier électronique du Livre Gris, et environ 500 entrées de soumissions de travaux du Livre Rouge". (Gillman R., 39).

Il fallait donc prévoir une méthode pour gérer ces changements continuels qui font de la transition un processus dynamique puisqu'il est tout à fait impossible de réaliser la transition sur tout le réseau en une seule fois. Il était nécessaire de centraliser et d'automatiser la distribution des adresses ainsi que de trouver un mécanisme qui permette de trouver l'adresse d'un convertisseur quand deux systèmes utilisant des protocoles différents veulent communiquer.

Nous avons vu que pour le réseau EUnet, les responsables avaient choisi pour rencontrer ce problème la solution d'une machine de transition par laquelle tout le trafic devrait passer.

Nous avons vu que les responsables du réseau EARN avaient choisi au niveau réseau d'imposer un nouveau schéma d'adressage global des NSAP, tandis qu'ils gardaient leurs anciens protocoles au niveau application. Ils utilisaient pour cela les 'G-boxes' qui permettaient à un système de migrer.

Nous verrons ici que les responsables pour le réseau JANET ont opté pour la solution d'une gestion centralisée des adresses, en utilisant ce qu'ils appellent le 'Name Registration Scheme' (NRS). Le principe est le suivant : quand un système change la pile de protocoles qu'il utilise, l'entrée correspondant à son nom dans la base de données du NRS est mise à jour, de telle manière que l'utilisation de protocoles de conversion entre les systèmes à différents stades de la migration soit automatique, et ne doive pas être demandée explicitement par l'utilisateur. Il suffit à celui-ci de demander à la base de donnée l'adresse correspondant actuellement au nom de l'utilisateur qu'il veut atteindre. Si le destinataire utilise les protocoles OSI pour communiquer, et que l'expéditeur utilise les protocoles des Livres de Couleur, ce dernier recevra de la base de donnée l'adresse d'un convertisseur de protocoles. Par contre, si le destinataire utilise aussi les protocoles des Livres de Couleur, l'expéditeur recevra l'adresse réelle du destinataire sur JANET. Cette demande se fait par un protocole spécifique d'interrogation de la base de donnée du NRS : le 'Name registration scheme Look-up Protocol' (NLP).

IV.4.2.3 Deux étapes importantes dans la migration.

Ce problème étant rencontré, il a été décidé de diviser la migration de JANET en deux stades principaux :

1. Migration vers X.25(84).
2. Migration des protocoles de la couche application.

En ce qui concerne la première étape (migration vers X.25), il s'agira dans un premier temps de faire évoluer les équipements existants basés sur X.25(80), pour préparer le remplacement des protocoles du Livre Jaune. La version de 1984 du standard X.25 est requise car elle supporte directement les services de la couche réseau définie par l'ISO.

La manière dont est défini le protocole assurant les fonctions de routage à travers différents réseaux (protocole du Livre Jaune) permet d'envisager une transition séparée dans les couches basses pour différents sous-réseaux. En effet, le protocole du Livre Jaune, bien que portant la dénomination de service de transport, ne correspond pas à la couche transport du modèle OSI, mais présente des fonctionnalités proches des entités relais à la couche réseau. Il fonctionne par un principe de saut ('hop-by-hop basis'). On peut donc ainsi facilement faire migrer des parties séparées du réseau de manière indépendante.

Pour la seconde étape, toutes les applications ne seront pas converties en même temps, mais au fur et à mesure de la disposition de normes OSI qui recouvrent les services existants. De plus, la décision de migrer sera laissée à l'appréciation de chaque utilisateur. Cependant, pour pouvoir profiter dès que possible de la possibilité d'atteindre un plus grand nombre de personnes grâce à l'utilisation du standard, un nombre réduit de passerelles vers OSI seront installées qui suivront le plus rapidement possible l'évolution des standards. Ces passerelles permettront de plus à la communauté d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation des normes OSI.

Il est malgré tout conseillé par le JNT dans le Livre Blanc que le nombre de transitions différentes ne soit pas trop

élevé car ceci augmenterait inutilement le nombre de combinaisons différentes de systèmes qui devraient coexister, et augmenterait donc inutilement le nombre de convertisseurs qu'il faudrait maintenir. Le processus de transition sera beaucoup plus facile à organiser s'il a lieu en un petit nombre de grands pas. Ceci implique le remplacement de chaque application des Livres de Couleur par toutes les couches correspondantes du modèle OSI quand celles-ci ont reçu une définition de protocoles suffisamment stable. Pour le transfert de fichier, par exemple, le Livre Bleu devra être remplacé en une fois par FTAM avec les protocoles Présentation, Session et Transport.

Pour en revenir aux passerelles de conversion qu'il faudra mettre en place pendant le processus de migration, le JNT les place à deux niveaux et leur attribue deux rôles. On peut distinguer dans la transition les deux niveaux de conversion application et réseau, puisque les transitions à ces deux niveaux sont indépendantes l'une de l'autre. Quant aux deux rôles joués par les convertisseurs, ils apparaîtront dans deux phases distinctes de la migration.

Dans une première phase, un petit nombre de passerelles (peut-être une seule par protocole) pourrait être nécessaire. Celles-ci seraient maintenues par des groupes ayant un grand intérêt dans les normes OSI et permettraient à la communauté académique anglaise de communiquer avec des sites extérieurs ayant adoptés OSI. Ces passerelles, en petit nombre, évolueraient le plus rapidement possible pour tenir compte de l'évolution des standards et permettraient de mettre au point les choix à faire dans les options de ces standards. Ces passerelles sont appelées par les anglais 'tracking gateways', ce qui est difficilement traduisible en une seule formule.

Dans une deuxième phase, des passerelles de conversion seraient installées. Celles-ci seront seulement implémentées quand les standards seront devenus stables. Leur but principal sera de permettre le trafic à l'intérieur de la communauté anglaise entre les sites à différentes étapes du processus de migration. Elles pourraient tirer profit des implémentations des passerelles de la première phase.

IV.4.2.4 Estimation du trafic.

Pour permettre une planification de la mise en place des convertisseurs du niveau application, le JNT a estimé nécessaire d'évaluer la répartition du trafic suivant les différentes applications. C'est ainsi que des estimations du volume total des données qui devront passer par un convertisseur ont été effectuées pour chaque application particulière, ainsi que des estimations du nombre de transactions qui constituent ce volume total.

De ces estimations il ressortait (1987) que parmi les 1000 MégaBytes par jour de volume global de données transférées dans JANET (ou encore 600 MégaBytes par jour de données utilisateurs), la répartition suivante entre les applications était valable :

Table 1. Répartition du trafic entre les applications principales sur JANET.

Type	Volume/jour	Nombre/jour
Mail	30Mb	7500
FTP	150Mb	3000
JTMP	120Mb	1500
Terminal	300Mb	9000

TOTAL	600Mb	21000

En comparant les chiffres de volume par rapport au nombre de transactions, il apparaît que ce dernier est le paramètre le plus significatif dans l'évaluation de la charge d'un convertisseur. Un système de conversion aura en effet plus de "travail" pour convertir 10 transactions de 100 KiloBytes que pour convertir une transaction de 1 MégaByte à cause du délai dans l'établissement de la connexion, des traductions d'adresses, etc. Si l'on s'aperçoit que le trafic est composé d'un grand nombre de messages relativement petits en taille, il devient clair que le volume total des messages échangés par une application n'est plus le paramètre significatif pour évaluer la charge qu'auront les convertisseurs.

Ceci étant acquis, il faut aussi dans l'évaluation de cette charge tenir compte de l'évolution prévue du trafic : On prévoit une augmentation de 50% à 100% par an.

Il faut aussi tenir compte du fait que le maximum du nombre des demandes de conversion se présentera quand la moitié du réseau aura migré.

De plus, il faut supposer qu'il n'y aura pas une trop grande augmentation du trafic qui serait due à une exportation d'un trafic local uniquement à des fins de conversion. Pour éviter ce genre de trafic supplémentaire, des efforts devront être effectués pour minimiser le besoin de conversion hors site pour un trafic local. Ceci pourra être évité soit en installant des convertisseurs locaux, soit en organisant et en planifiant les transitions locales de manière à minimiser les besoins de conversion. Cette remarque est très importante car il ressort des statistiques qu'environ 80% du trafic du courrier électronique et des transferts de fichiers se fait localement à un site.

IV.4.2.5 Echéances.

Dans son plan de transition, le JNT a défini certaines échéances dans l'avancement des travaux de transition. Il nous a semblé intéressant de les reprendre ici pour montrer quelles sont les étapes importantes prévues par le JNT dans la transition de son réseau.

"Les échéances pour les activités de transition seront en grande partie déterminées par l'avancement des travaux de l'ISO dans la publication des versions définitives des standards de base, elles seront aussi déterminées par la disposition de standards fonctionnels publiés par le CEN/CENELEC, et par les implémentations de produits basés sur ces standards et proposés par les constructeurs.

Toutefois, il est possible d'identifier certaines étapes dans le processus de transition, et

d'identifier les événements clés à prendre en compte dans le développement de facilités de conversion. Les différentes applications peuvent progresser à des vitesses différentes, mais il existe certaines étapes urgentes concernant les couches basses et le NRS. Ces dernières sont indiquées dans le diagramme de la figure 1.

Les flèches dans ce diagramme représentent des dépendances, mais les positions relatives des étapes n'ont pas d'autre significations. Chaque transition demandera un certain travail préparatoire avant de pouvoir réellement commencer. Les cercles indiquent les points où le travail de préparation est terminé.

La moitié supérieure de ce diagramme représente les composants requis dans l'infrastructure de JANET pour supporter l'adressage CONS de l'OSI : il faudra transformer les commutateurs X.25 pour les rendre compatibles à la version 1984 de la norme, il faudra transformer les passerelles, et fournir des convertisseurs pour permettre la communication entre les anciens et les nouveaux protocoles.

La moitié inférieure de ce diagramme, qui doit être répétée pour chaque application, décrit les étapes nécessaires avant que l'application puisse être abandonnée au profit de l'application OSI correspondante : il s'agit du développement des standards et des convertisseurs.

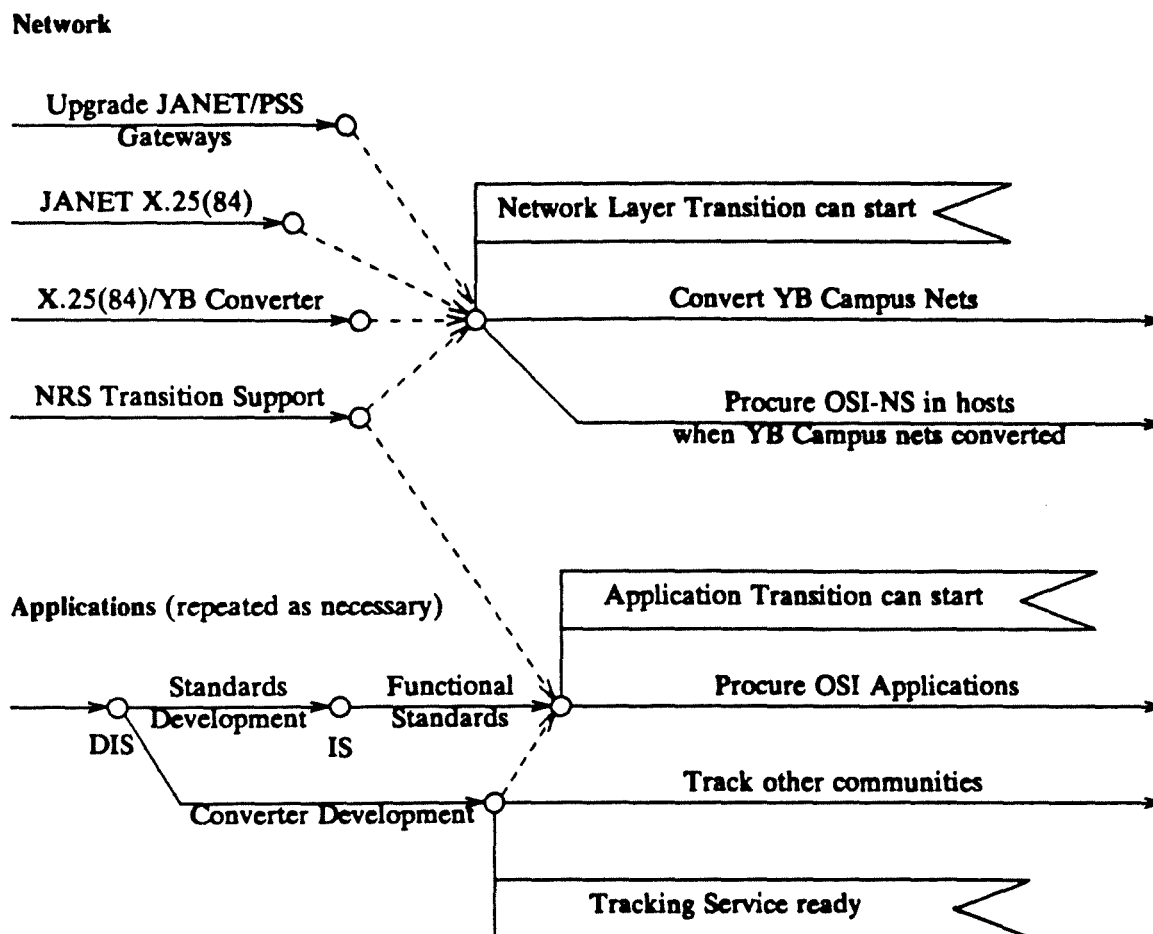


fig.1 Graphe des étapes importantes dans la transition de JANET.

IV.4.2.6 Déterminer les liens entre les anciens et les nouveaux protocoles.

En ce qui concerne la comparaison des protocoles, le même travail que pour les deux réseaux examinés précédemment a dû être réalisé :

1. Déterminer avec précision les services rendus par les anciens protocoles pour pouvoir les comparer aux protocoles OSI.

2. Déterminer les caractéristiques du nouveau protocole standard qui devront être implémentées dans la transition de base pour recouvrir un maximum des services précédents.
3. Indiquer quelles seront les caractéristiques de l'ancien protocole qui ne pourront pas être converties et devront être abandonnées.
4. Déterminer la correspondance entre les anciens services et les nouveaux, et indiquer le type de service de conversion qui sera nécessaire dans chacun des cas.

IV.4.3 COMPARAISON DES PROTOCOLES.

Des études ont été réalisées à la lumière de ce qui a été dit ci-dessus pour planifier le remplacement des anciens protocoles par les protocoles OSI. Etant donné l'approche horizontale de l'ISO dont il a déjà été fait mention, seules les couches basses du modèle ont pu faire l'objet d'un examen approfondi. Pour les applications, les standards doivent encore être définis plus sérieusement avant de pouvoir faire l'objet de comparaisons. Pour JANET aussi nous aurons donc surtout des plans de transition mais pas encore de réelle migration pour les couches hautes du modèle OSI.

Dans la communauté anglaise, les couches Session et Présentation n'ont aucun intérêt d'être abordées seules sans relations avec une application particulière car les applications des Livres de Couleur contiennent elles-même les services de présentation et de session dont elles ont besoin et il n'existe pas de couche distincte pouvant être comparée directement aux couches Session ou Présentation du modèle OSI.

IV.4.3.1 Transition des couches basses.

"Les premières réalisations entreprises par la communauté académique anglaise dans la direction de l'utilisation des standards OSI pour la communication de données ont été l'adoption de X.25(84) et du protocole LLC2 pour les réseaux locaux à technologie CSMA/CD. Les détails d'implémentation de ces derniers protocoles et d'autres points concernant la transition sont documentés dans le Livre Rose. Des initiatives combinées de l'ISO, et des associations des gouvernements américains et européens pour l'adoption de ces standards ont conduit à une plus grande disponibilité de produits conformes au Livre Rose sur la plupart des machines utilisées dans la communauté académique anglaise". (Clyne L, 40).

a) Vers X.25(84).

Le JNT a défini les services qui devraient être obligatoires pour la transition de base vers X.25(84) :

1. Toutes les primitives obligatoires définies dans les services OSI du niveau réseau sont requises.
2. Le service 'Expedited' sera nécessaire pour supporter les styles existants d'accès des terminaux.
3. Le service de confirmation de réception ne sera pas utilisé et n'est donc pas requis.
4. Dans un premier temps, il n'y aura pas de négociation de qualité de service mais une utilisation de valeurs par défaut.

En examinant la norme X.25(84), le JNT relève avec intérêt les facilités suivantes offertes à l'utilisateur :

1. Extension des possibilités d'adressage.
2. Extension des mécanismes d'interruption.
3. Contrôle accru sur la qualité de service désirée.

Il remarque cependant que ces nouvelles facilités empêchent la coopération avec l'ancienne version (1980) du standard. Il faudra donc prévoir des passerelles de conversion.

Pour terminer, le JNT a déterminé les points importants à prendre en compte pour les services de conversion de l'ancien protocole du Livre Jaune vers X.25(84) et vice-versa. La description précise de ces points se trouve dans l'ORN3 ainsi que dans le Livre Rose, les points suivants méritent d'être relevés :

1. Les mécanismes d'adressage sont assez différents. Ce problème est discuté en détail au point suivant.
2. Il n'y a pas d'équivalence entre le paramètre "texte de description" du protocole du Livre Jaune et le paramètre "donnée utilisateur" des services réseaux OSI; cette information sera donc perdue à la conversion.
3. Seule une qualité de service par défaut pourra être fournie.
4. Il y aura des changements dans le détail des informations de diagnostic d'erreurs, et l'adresse à laquelle l'erreur s'est produite ne sera plus disponible.

La définition des services de conversion se fait en trois étapes :

1. Déterminer les services équivalents.
2. Spécifier les transformations nécessaires pour une conversion YBTS vers OSI.
3. Spécifier les transformations nécessaires pour une conversion OSI vers YBTS.

La première étape consiste à trouver les correspondances qui peuvent être établies entre les services des deux protocoles. A titre d'illustration, on trouvera à la table 2 la

liste des correspondances établies dans le Livre Rose (référence 41).

Table 2. Correspondances entre les services YBTS et OSI.

Yellow Book	OSI network Service
Y-CONNECT	N-CONNECT request/indic.
called address	called address
calling address	calling address
Y-ACCEPT	N-CONNECT response/conf.
recall address	responding address
Y-DISCONNECT request/indic..	N-DISCONNECT request/indic.
coded reason	reason
location	originator
Y-DISCONNECT response/conf.	aucun
Y-DATA	N-DATA
data	data
Y-EXPEDITED	N-EXPEDITED
data	data de longueur 1
Y-ADDRESS	aucun
Y-RESET	N-RESET
coded reason	reason
location	originator

Dans les deuxième et troisième étapes, il s'agit de définir les actions que le convertisseur devra effectuer pour la transformation des paramètres dans un sens comme dans l'autre. Nous donnerons ici deux exemples représentatifs de la définition de ces actions.

1. Un convertisseur dans le sens YBTS vers OSI, devra traduire le paramètre 'coded reason' en un équivalent OSI pour le paramètre 'reason'.

2. Un convertisseur dans le sens OSI vers YBTS, devra traiter les paramètres pour lesquels il n'a pas été trouvé d'équivalence de la manière suivante :

a) Le convertisseur devra ignorer toute donnée NS-user reçue, mais générer un message descriptif, commençant par "ISO Network Service User Data lost".

b) Le convertisseur devra ajouter de lui-même un texte descriptif pour s'identifier et fournir d'autres informations dans les primitives YBTS appropriées.

c) Le convertisseur devra négocier le paramètre 'Quality of Service' des services réseaux OSI sur base d'informations locales.

On peut remarquer finalement qu'il existe d'ores et déjà une liaison avec l'ossature internationale IXI qui est conforme à X.25(84).

"IXI est une ossature ('backbone') dont le but est de relier ensemble les réseaux X.25 nationaux qui existent ou qui sont en train de s'installer en Europe. La plupart de ces réseaux ont leur propre schéma d'adressage et, bien qu'un certain nombre d'entre eux ont adopté le schéma d'adressage X.121, il est nécessaire d'organiser l'adressage pour permettre aux différents réseaux de coopérer. Pour cela, IXI implémentera son propre schéma d'adressage X.121 et chaque système désirant utiliser IXI devra demander qu'on lui alloue une adresse IXI". (Smith I., 40).

b) Vers le LAN CSMA/CD.

La définition, dans le Livre Rose, des services requis pour une implémentation des protocoles OSI sur les réseaux locaux a retenu l'attention de la plupart des constructeurs principaux qui ont décidés de supporter ce produit. Le Livre Rose a aussi été adopté par un grand nombre d'utilisateurs :

"Des implémentations du Livre Rose existent sur 18 gammes de machines dont MS-DOS, VAX/VMS, SUN, HP, Prime, Encore, Convex, IBM et Amdhal VM/CMS, Pyramid, ICL 3980, IBM 6150 et Alliant.

Plus de 1000 PCs ont une connexion conforme au Livre Rose, de même que plus de 500 mini-ordinateurs, dont 139 VAXes, 250 SUN, et aussi des gros systèmes comme IBM 3090, Amdhal 5800 et ICL 3900". (Clyne L., 40).

On trouvera à la figure 2 la pile de protocoles recommandée pour les réseaux locaux à technologie CSMA/CD par le 'JNT Ethernet Advisory Group'.

X.29 (80)	courrier Livre Gris	JTMP
	NIFTP	
options spécifiques X.25	Service : ISO 8348 Adressage : DIS 8348/DAD2 Protocole : ISO 8208 (X.25(84))	
	DIS 8802/2 classe II	
	DIS 8802/3	

fig.2 Pile de protocoles pour les réseaux locaux CSMA/CD.

Le Livre Rose définit pour ces protocoles les options qui sont recommandées. Quand plusieurs formats pour les paramètres sont possibles, on trouve dans le Livre Rose les recommandations sur le choix d'un format particulier. Le Livre Rose fixe les valeurs de référence pour les différentes horloges ('timer'). On trouve aussi dans le Livre Rose les prérequis pour rendre le réseau local compatible avec les exigences des options prises pour X.25 en réseaux étendus. La possibilité de continuer à utiliser X.29 avec les services OSI a été étudiée et on trouve dans le Livre Rose une discussion qui montre pourquoi la solution d'ajouter des options spécifiques à X.25 a été retenue.

IV.4.3.2 Le problème de l'adressage.

La transition vers les protocoles OSI impliquera pour le réseau JANET, comme pour les autres réseaux, un problème d'adressage. En effet, l'introduction d'un nouveau mécanisme d'adressage implique qu'il faudra pouvoir distinguer les différents espaces d'adressage utilisés.

Aux plus hauts niveaux, les noms sont directement visibles à l'utilisateur. Ces noms sont définis et traités pour le moment par le 'Name Registration Scheme' (NRS) et ce sera sans doute encore le cas dans un futur proche. Les noms NRS fournis par l'utilisateur seront traduits en adresses réseau de manière à pouvoir établir la communication, mais les méthodes de traduction seront affectées par la migration étant donné que différents schémas d'adressage existent au niveau réseau.

a) Le schéma d'adressage actuel à la couche Réseau.

Le schéma d'adressage actuellement utilisé et défini dans le Livre Jaune admet que les adresses soient allouées par des autorités indépendantes, sans aucun contrôle. Ceci permet une plus grande flexibilité, mais génère aussi certains problèmes puisque la forme de l'adresse dépend des endroits. Dans les standards OSI, toutes les adresses sont globales et le schéma d'adressage est centralisé.

Une autre différence importante entre les schémas d'adressage du Livre Jaune et celui de l'OSI, est que dans le schéma du Livre Jaune, on utilise le principe de la liaison le plus tard possible ('late binding'). C'est-à-dire que la décision de routage est postposée le plus tard possible et que l'adresse réelle du destinataire est résolue le plus tard possible sur le chemin reliant les deux entités désirant communiquer. Ceci permet à un site appartenant à un réseau local de publier un nom de service qui devra être inséré dans l'adresse Livre Jaune; mais la liaison de ce nom avec l'adresse physique à l'intérieur du réseau ne sera résolue qu'au relais donnant accès au réseau local, et pas avant. Ceci permet au service de

changer facilement d'adresse physique localement en ne devant avertir que le relais du réseau local sur lequel il se trouve.

b) Le schéma d'adressage de OSI.

Nous avons déjà présenté dans le chapitre 3 consacré au réseau EARN le schéma d'adressage des NSAP dans le modèle OSI. Nous reprendrons ici certaines considérations permettant de comparer ce schéma d'adressage avec celui du Livre Jaune.

Tout d'abord, il est à remarquer que les adresses du Livre Jaune se présentent sous la forme d'une chaîne de caractère. Alors que les NSAP de l'OSI sont composés d'une suite de 40 chiffres.

Une autre différence importante provient du fait que la route à emprunter doit être résolue au moment de l'établissement de la connexion, et qu'il n'est plus possible de faire du 'late binding' comme ça l'était avec le protocole du Livre Jaune. Ceci impliquerait de plus grandes tables de routage locales et des mises à jour plus fréquentes de ces tables. Ces inconvénients sont évités grâce au 'Network Registration Scheme' qui permet un enregistrement centralisé d'un nom de service auquel on associe l'adresse dans la base de donnée centrale. Si la base de donnée centrale est utilisée dynamiquement, un seul changement suffira. Et si une base de donnée locale reprenant une partie des enregistrements du NRS est utilisée, il faut répercuter les changements dans toutes les bases de données locales.

Il subsiste cependant un problème avec ce système quand on tient compte des communications internationales. En effet, les utilisateurs étrangers ne savent pas utiliser la base de donnée centrale NRS pour obtenir l'adresse de leur correspondant anglais. Si bien que les anglais doivent publier leur adresse NSAP et l'adresse DTE de la passerelle vers JANET. A l'inverse, tous les services de l'étranger ne peuvent être enregistrés dans la base de donnée centrale, si bien que les utilisateurs anglais devront utiliser les adresses NSAP de leurs correspondants étrangers ce qui est moins agréable que la situation actuelle puisque les NSAP sont une suite de chiffres,

alors que les adresses du Livre Jaune étaient une chaîne de caractères.

Le choix de schéma d'adressage effectué par JANET est en accord avec le choix de schéma d'adressage choisis par EARN. C'est ainsi qu'un NSAP dans JANET commencera par les mêmes chiffres que dans EARN : 388261100; la partie spécifique (DSP) sera allouée de cette manière dans la communauté anglaise :

ISO DCC AFI (38)	identifiant UK (826)	alloué par BSI (1100)	identifiant format académique	adresse du service	sous-adr.
------------------------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	--------------------------	-----------

IV.4.3.3 Les opérations du NRS.

Nous allons présenter maintenant les opérations que le NRS rend possibles. Nous avons déjà évoqué les deux buts principaux remplis par le NRS :

1. Mettre sur pied une base de donnée centralisée pour traduire des noms de services manipulables par les utilisateurs en adresses réseaux.
2. Utiliser cette base de donnée comme support dans la migration.

Nous essayerons de présenter les mécanismes en jeu dans ces deux types d'opérations.

a) Traduire des noms de services en adresses réseaux.

Le premier but du NRS, qui est celui de la traduction d'un nom de service en son adresse correspondante sur le réseau, implique une traduction à un seul niveau pour les protocoles des Livres de Couleur. Cependant, les protocoles OSI offrent des possibilités d'adressage aux niveaux Transport, Session et Présentation (par ce que l'on appelle dans ce cas des sélecteurs de Transport, Session ou Présentation). Ces

possibilités permettent un grand choix dans la manière d'implémenter un adressage d'applications.

"Certains constructeurs pourraient, dans leurs produits, utiliser un adressage qui obligerait d'utiliser un sélecteur à un niveau de couche donné. Par exemple, l'implémentation d'un protocole de transport dans un processeur frontal pourrait requérir l'utilisation de sélecteurs de Session pour distinguer les différentes applications. Toutefois, quand le choix est possible, la communauté [anglaise] devrait adopter une approche uniforme [...]. Les adresses devraient être passées par la couche la plus basse possible. En pratique, cela impliquera l'utilisation de NSAP uniquement.

Mais, puisqu'il est probable que des contraintes spécifiques puissent survenir dans l'avenir, le NRS devra pouvoir traiter des sélecteurs Transport, Session et Présentation dans un contexte OSI. Un nom sera donc traduit en une suite de valeurs d'adresses pour chaque protocole de chaque couche utilisant un adressage, la recommandation étant, autant que possible, de donner des valeurs nulles aux sélecteurs des couches situées au-dessus de la couche Réseau". (Livre Blanc, réf. 22).

En plus des adresses, le NRS utilise un concept de contexte grâce auquel on peut distinguer différentes applications. De cette manière, un seul nom peut être donné pour un service fournissant deux applications comme le transfert de fichiers et l'émulation de terminal. Le contexte définira quelle application sera utilisée; dans ce cas ci, il sera implicite dans le type d'activité que l'utilisateur désire effectuer. Mais le concept de contexte devient plus important quand plus d'un protocole peuvent être utilisés (FTP ou FTAM) pour la même application.

Nous pouvons maintenant décrire les deux types d'opérations que l'on peut demander au NRS - dans le cadre d'une traduction de noms en adresses - grâce au protocole 'Name registration scheme Lookup Protocol' (NLP) :

1. Recherche avant ('forward lookup').

Trouver à partir d'un nom et d'un contexte donné,

toutes les informations d'adressage nécessaires pour établir une connexion.

2. Recherche arrière ('reverse lookup').

Trouver à partir d'informations d'adressage fournies par le réseau, le nom de l'entité correspondante.

La recherche avant est utilisée pour trouver l'adresse réseau du destinataire dont on connaît le nom NRS.

Alors que la recherche arrière est utilisée pour trouver le nom de l'entité appelante ou répondante qui nous envoie un paquet de données.

Deux autres types d'opérations sont possibles pour la gestion des adresses NSAP :

1. Recherche avant pour trouver à partir d'un NSAP, une liste d'adresses de point d'attache de sous-réseaux.
2. Vérification pour contrôler la consistance d'une adresse sous-réseau avec un NSAP donné.

b) Support à la migration.

Le processus de migration demandera d'organiser la coopération entre les différents protocoles utilisés pendant la période de transition. Ceci demandera l'utilisation des noms NRS comme référence commune tandis que l'on fournira de nouvelles opérations destinées aux passerelles de conversion.

L'utilisation du NRS par les passerelles peut être utile pour deux raisons. La première est de permettre à la passerelle de trouver les informations de routage nécessaires pour envoyer le message dans le réseau de destination. La deuxième est de permettre à un système de changer de protocoles sans devoir en avertir tous ses correspondants potentiels. Le système ayant migré devra simplement mettre à jour son entrée dans la base de donnée NRS de manière à ce que celle-ci fournisse l'adresse d'un convertisseur pour les contextes que le système ne supporte plus.

Le mécanisme utilisé est illustré à la figure 3. Un hôte 'A' désire communiquer avec un hôte 'B'. Il effectue une recherche avant dans le contexte du protocole 1 sur le nom 'B' et reçoit l'adresse 'c' d'un convertisseur 'C'; il appelle alors 'c'. Le convertisseur effectue alors une nouvelle opération appelée recherche inverse avant sur 'c' pour trouver le nom NRS de l'hôte auquel était destiné le message à traduire avant d'arriver chez lui; il reçoit dans cet exemple le nom 'B'. Le convertisseur effectue alors une opération de recherche avant dans le contexte du protocole 2 sur le nom 'B' et reçoit l'adresse 'b' qui doit être utilisée au second saut de la connexion.

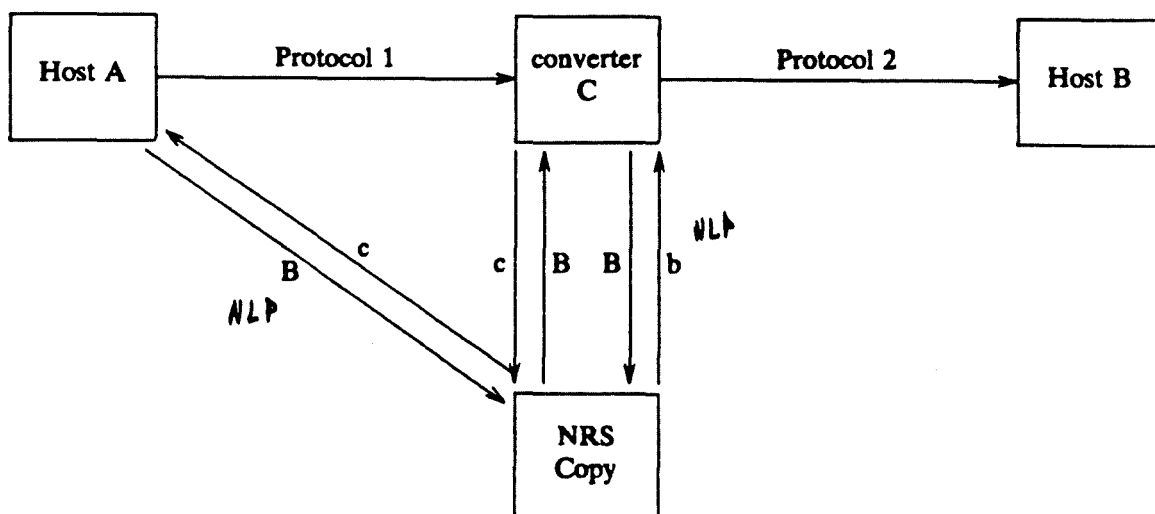


fig.3 Mécanisme d'utilisation automatique d'un convertisseur grâce au NRS.

Le mécanisme décrit ci-dessus nécessite deux opérations supplémentaires sur le NRS destinées aux passerelles de conversion :

1. recherche inverse avant ('inverse forward lookup').

Trouver à partir d'une adresse réseau appelée, le nom NRS qui a pu la générer.

2. recherche inverse arrière ('inverse reverse lookup').

Trouver à partir d'un nom NRS d'une entité appelante ou répondante l'adresse réseau correspondante de manière à ce que la passerelle puisse insérer les informations identifiant l'appelant d'origine et pas celles identifiant une passerelle.

IV.4.3.4 Transition des couches hautes.

Les deux applications sérieusement envisagées dans les protocoles OSI sont les applications de courrier électronique (X.400) et de transfert de fichiers (FTAM). Un troisième protocole envisagé est celui des services d'accès interactifs par terminal défini par la norme X.29 du CCITT ou par TS29 qui est une révision de X.29 pour une utilisation sur les protocoles du Livre Jaune de la communauté académique anglaise.

En ce qui concerne les autres couches hautes du modèle OSI, nous avons déjà dit qu'elles seront abordées en même temps que les applications OSI qui en utilisent des services et dans ce cas, seuls ces services seront obligatoires. Ainsi, pour la couche Session, on ne demandera que les unités fonctionnelles nécessaires à FTAM et à X.400; pour la couche Présentation, seules les fonctions nécessaires à FTAM seront obligatoires puisque X.400 n'utilise pas de services de la couche Présentation. Les mêmes remarques sont valables pour l' 'Association Control Service Element' (ACSE).

Par contre pour la couche Transport, les recommandations suivantes sont valables et sont indépendantes des applications prévues. Les services Transport de la classe 0 sont jugés suffisants autant parce que le service Réseau est jugé suffisamment fiable que parce qu'il n'est pas nécessaire d'introduire de possibilités de multiplexage à la couche Transport.

a) Les accès terminaux X.29.

La plupart des accès de terminaux se basent à l'heure actuelle sur les protocoles définis par le CCITT c'est-à-dire X.29, X.28 et X.3.

" Pour pouvoir accéder à un terminal travaillant en mode paquet à partir d'un terminal travaillant en mode orienté caractère et vice versa, certaines fonctions de conversion doivent être exécutées. Par exemple, les chaînes de caractères d'un terminal devront être assemblées en paquets, et les paquets de l'autre terminal devront être désassemblés en chaîne de caractères. La description de cette conversion est contenue dans la recommandation X.3 qui décrit les fonctionnalités d'un 'Packet Assembler/Disassembler' (PAD) dans un réseau à commutation de paquets. La recommandation X.28 définit l'interface entre un terminal travaillant en mode orienté caractère et un PAD. Ces deux recommandations permettent l'échange de données entre le terminal et le PAD. La recommandation X.29 décrit le protocole qui permet le positionnement de paramètres dans un PAD à partir d'un système travaillant en mode paquet. " (Bauerfeld W., 43).

Mais ces protocoles ont été développés avant la définition du modèle OSI, si bien qu'ils ne lui sont pas conformes. Ils utilisent directement les services du protocole X.25(80). Bien que ceux-ci soient pratiquement équivalents aux services de la couche Réseau du modèle OSI, on peut relever les deux différences suivantes :

1. Il n'y a pas de service permettant l'utilisation du bit Q, or le protocole X.29 fait une utilisation importante de ce bit.
2. La primitive N-EXPEDITED pourrait ne pas être disponible sur certaines implémentations car elle n'est pas obligatoire. C'est pourtant la seule manière de fournir une fonction d'interruption du réseau sous-jacent.

Pour expliquer l'utilisation du bit Q, il faut remarquer que ce que l'on pourrait appeler en termes OSI les PDUs de X.29 ne sont pas transférés par une nouvelle couche de protocole.

" Les PDUs X.29 sont simplement insérés dans le champ de donnée des paquets du niveau Réseau. Quand un système X.25 envoie un paquet de données, il doit pouvoir indiquer si ce paquet doit être interprété par le PAD ou si celui-ci doit être transféré directement au système cible. Cette indication se fait à l'aide du bit Q du paquet X.25. " (Bauerfeld W., 43).

Deux solutions ont été envisagées pour rencontrer ces problèmes. La première consiste à définir un nouveau protocole semblable à X.29 mais qui n'utiliserait pas le bit Q. Cette solution a été écartée car on n'en attend pas un support rapide des constructeurs qui préféreraient investir dans un standard.

La deuxième solution consiste à ajouter des primitives aux services X.25 pour permettre l'accès au bit Q. C'est cette solution qui a été retenue. Ceci explique le schéma de la figure 2 qui décrit la pile de protocoles à utiliser sur les réseaux locaux CSMA/CD.

b) Le transfert de fichiers.

On trouve dans le Livre Blanc, conformément à la stratégie définie plus haut, une étude des services actuellement utilisés avec le protocole du Livre Bleu, ceci pour pouvoir les comparer aux services de FTAM. Le JNT définit ensuite quels services du Livre Bleu devront être supportés pendant la transition. Le travail de définition des services FTAM qui devront être utilisés n'a pas pu être terminé car le standard FTAM n'était alors pas encore au point.

(1) Utilisation actuelle du Livre Bleu.

Le JNT remarque que le sous-ensemble de fonctionnalités définit comme minimum dans le Livre Bleu est bien entendu très utilisé et devra donc continuer à être disponible pendant la transition.

Mais en plus de ce sous-ensemble minimum, certaines options plus sophistiquées du protocole sont utilisées assez souvent pour pouvoir être relevée ici :

1. Utilisation de différentes méthodes de formatage des données.
2. Utilisation de 'Take Job Output' pour la soumission de travaux d'impression à distance.
3. Utilisation de la possibilité de transfert de données sous forme binaire.

Le JNT remarque que ces options spécifiques du Livre Bleu sont surtout utilisées dans des transferts qu'il appelle homogènes. C'est-à-dire entre machines de même type mais pouvant, à la rigueur, utiliser différentes versions du système d'exploitation. Dans ces transferts homogènes, l'utilisation des options sophistiquées du Livre Bleu est plus courante. C'est pourquoi, il faudra étudier plus en détail les implications locales à chaque site.

(2) Les services à supporter durant la transition.

La définition de ces services se fait en essayant de minimiser les restrictions que le convertisseur devra imposer à l'utilisateur. Le but est permettre un maximum de transparence.

(a) L'interface utilisateur.

Il faudra veiller à ce que l'utilisateur puisse employer toujours la même interface pour envoyer ses commandes, qu'il les envoie directement vers un hôte supportant le même protocole que lui, ou qu'il les envoie vers un convertisseur.

(b) Le mode d'accès.

Il faudra pouvoir supporter les deux modes d'accès 'Make Only' et 'Replace Or Make' du Livre Bleu.

Le mode d'accès 'Make Only' permet de créer un fichier dans le système de fichier virtuel du destinataire. Si le

fichier existe déjà chez le destinataire, celui-ci renverra une commande qui indique qu'il refuse le transfert.

Le mode d'accès 'Replace Or Make' permet de créer ou de mettre à jour un fichier dans le système de fichier virtuel du destinataire suivant que le fichier existe déjà ou pas.

(c) Dénominations.

L'utilisateur devra pouvoir nommer un fichier du système de fichier de l'hôte éloigné.

L'utilisateur devra pouvoir spécifier le nom d'utilisateur de l'hôte éloigné.

L'utilisateur devra pouvoir spécifier des mots de passe, ou un identifiant de compte sur lequel imputer la charge du transfert.

(d) Recouvrement d'erreurs.

Le système de recouvrement d'erreurs fournit par le Livre Bleu devra pouvoir être poursuivi. Celui-ci utilise le principe des marques de reprises placées par l'expéditeur et utilisées par le destinataire pour acquitter une partie de fichier reçue sans problème ou pour demander une deuxième émission des données à partir d'une certaine marque de reprise.

c) Le courrier électronique.

La transition de l'application de courrier électronique est la plus avancée étant donné que la définition d'un standard pour cette application a été la plus rapide. La communauté académique anglaise s'engage à migrer vers le standard X.400(88) le plus rapidement possible. La version 1988 de ce standard (émis par le CCITT) est en effet conforme aux normes définies par l'ISO pour le 'Message-Oriented Text Interchange Systems' (MOTIS). Cependant, avant que des implémentations de la version 88 de X.400 n'apparaissent, les utilisateurs intéressés sont encouragés à acquérir de l'expérience avec la version 84 de ce standard. Et de toute façon, des passerelles entre le Livre Gris de la communauté académique anglaise et

X.400 devront être installées pour pouvoir atteindre les sites étrangers qui utiliseraient X.400.

(1) Utilisation actuelle du Livre Gris

Il y a une forte utilisation du courrier électronique dans la communauté académique. Le protocole utilisé actuellement (le Livre Gris) a un format de message basé sur la recommandation ARPA RFC822, ce message est intégré dans une simple enveloppe contenant seulement des informations identifiant le destinataire. Les messages ainsi formatés sont transférés en utilisant le protocole de transfert de fichiers du Livre Bleu.

Comparé à X.400, le protocole du Livre Gris ne réalise pas la distinction idéale entre ce que doit contenir l'enveloppe et ce que doivent contenir les champs d'en-tête, des éléments tels que l'expéditeur, la trace du message, et l'acquittement de réception sont contenus dans l'en-tête et pas dans l'enveloppe.

Le protocole du Livre Gris ne permet pas de distinguer les messages d'erreur ou d'acquittement de réception en examinant l'enveloppe ou l'en-tête. Pour identifier un message d'erreur, il faut examiner le contenu du corps du message.

Le protocole du Livre Gris ne permet pas d'introduire plusieurs parties dans le corps du message. Il n'offre pas non plus la fonction de sonde.

(2) Les services à supporter durant la transition.

On voit par la description qui précède que le protocole du Livre Gris possède moins de fonctionnalités que le standard X.400 et que les utilisateurs ne doivent pas craindre une perte de services s'ils migrent vers X.400. Cependant, pendant la transition, certaines fonctionnalités de X.400 ne pourront pas être rencontrées par les passerelles vers le Livre Gris.

Pour décrire les services à traduire pour la conversion d'une application de courrier électronique, il suffit de décrire comment transformer chaque champs de l'en-tête et de l'enveloppe. Car en courrier électronique, la manière de spé-

cifier l'utilisation d'une fonctionnalité du système est d'introduire une valeur pour le champ correspondant dans l'en-tête.

Les champs suivants du Livre Gris devront être traduits en champs de X.400 :

Acknowledged to;; Bcc;; Cc;; Date;; From;; In-Reply-To;; Message-ID;; References;; Reply-To;; Sender;; Subject;; To;; via:.

Certains champs ne pourront cependant pas être traduits en champs X.400 et devront être passés dans le corps du message :

Comments;; Encrypted;; Resent:.

IV.4.4 LES MOYENS TECHNIQUES.

Les premiers moyens techniques qui ont été mis en oeuvre pour la transition sont, conformément à la figure 1, des passerelles de conversion pour tous les protocoles destinés à remplacer les protocoles des Livres de Couleur existants. Les descriptions de la situation actuelle concernant ces moyens techniques sont basées sur le rapport de R. Gillman du 28 mars 1990 (référence 39) ainsi que sur des articles du 'Network News' n°31 de Mars 1990 (référence 40).

IV.4.4.1 La base de données NRS.

"La base de donnée du NRS est implémentée sur un ordinateur Prime à Manchester. Elle supporte actuellement les contextes X.29, TS29, FTP, Mail et JTMP. Actuellement, seules les adresses du Livre Jaune sont acceptées. La prochaine itération consistera à permettre l'enregistrement des services dans un espace d'adressage CONS, et à permettre

l'enregistrement de services OSI. Nous prévoyons que ceci sera possible dans un délai de 3 mois.

Les améliorations futures du NRS consisteront à permettre la lecture d'adresses de services OSI (FTAM et X.400), conformément au schéma présenté au point 4.3.3".

En plus de la base de donnée centrale à Manchester, il était prévu de disperser un certain nombre de serveurs sur certains campus. Ces serveurs contiennent une partie des informations de la base de donnée centrale et peuvent être utilisés par tous les utilisateurs du sites. Ceci permet d'alléger la charge de l'ordinateur de Manchester.

" Une commande de 65 Serveur pour Campus basés sur des systèmes IBM 6150 a été effectuée en 1989. La livraison de ceux-ci est maintenant pratiquement terminée. Ils supportent les contextes X.29, TS29, FTP, Mail, JTMP ainsi que les contextes X.400 et FTAM, et les adresses du Livre Jaune et de l'OSI".

Il a fallu définir un mécanisme de mise à jour entre la base de donnée centrale et les Serveurs de Campus, ceci a conduit à adopter la technique des bases de données relationnelles.

IV.4.4.2 Le réseau X.25(84).

"Depuis 1987, les commutateurs X.25 GEC du réseau JANET sont conformes à la norme X.25(84) et les liaisons entre les commutateurs sont compatibles depuis 1988. Certains sites sont connectés en tant que compatibles X.25(84), et des échanges entre hôtes ont été testés sur JANET, c'est ainsi que l'on peut dire que l'ossature du réseau JANET a terminé sa transition"!

Maintenant qu'il existe les protocoles du Livre Jaune sur X.25(80), et les protocoles OSI (CONS) sur X.25(84), il faut fournir une passerelle pour convertir les appels 1984 en appels 1980, et pour faire la correspondance des adresses CONS en

adresses du Livre Jaune et vice versa. Rappelons que cette dernière fonction devra se faire par l'utilisation du NRS.

"Un contrat a été conclu avec Netcomm Limited l'année dernière pour le développement d'un convertisseur de niveau Réseau qui devrait permettre aux hôtes X.25(84) de communiquer avec les hôtes X.25(80) et d'utiliser le réseau public X.25. [...] 5 appareils sont maintenant au stade de tests sur différents sites de la communauté. La période de tests devrait se terminer fin mars, et donc les convertisseurs devraient être disponibles durant le second quadrimestre de cette année. "

Le dernier aspect à prendre en compte concernant le réseau X.25 est la coopération des réseaux locaux et des réseaux étendus. Si on utilise X.25(84) sur JANET, et X.25(84) sur le réseau local, les passerelles entre ces deux réseaux doivent être remplacées par des passerelles dites CONS-CONS car connectant deux réseaux utilisant les protocoles OSI. Il faudra tenir compte notamment des changements à apporter dans les demandes à la base de donnée NRS : le protocole NLP ne sera plus utilisé avec le contexte local, mais avec le contexte des adresses NSAP.

" Le JNT a contacté, l'été dernier, ses deux fournisseurs de passerelles, Camtec et Spider, qui ont tous deux acceptés de développer de nouveaux logiciels pour fournir une passerelle CONS-CONS avec un support adéquat du NLP. "

En conclusion, pour les couches basses, R. Gillman situe la position de JANET de la manière suivante sur le diagramme de la figure 4.

Network

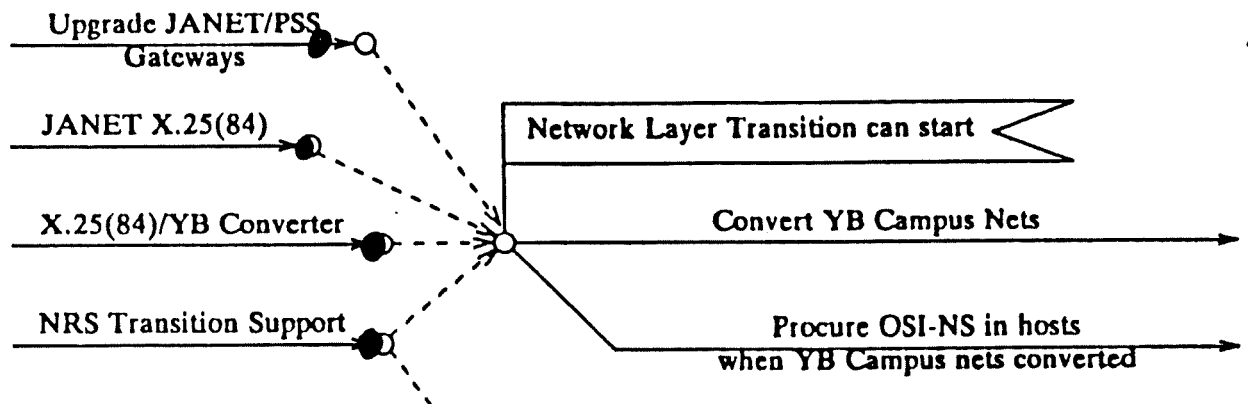


fig.4 Situation actuelle de la transition des couches basses.

IV.4.4.3 Le courrier électronique.

En ce qui concerne les applications, deux étapes doivent être marquées suivant la figure 1. Tout d'abord, le développement des standards et des profils fonctionnels; et ensuite, le développement de passerelles de conversion entre les anciens protocoles et le protocole OSI.

Pour le courrier électronique, le texte ISO a été accepté en 1988. Et des spécifications fonctionnelles ont été émises par COSINE et par le GOSIP.

En ce qui concerne le convertisseur, il a été développé et est installé à l'ULCC ('University of London Computer Center'). Ce convertisseur est multiple (comme le GIFT du CERN) et permet la conversion entre les protocoles du Livre Gris, X.400(84) et X.400(88).

On attend donc plus que la mise sur le marché d'implémentations X.400 conformes à la norme de 1988 pour continuer la transition. On peut de nouveau représenter cette situation par rapport au plan de développement de la figure 1 :

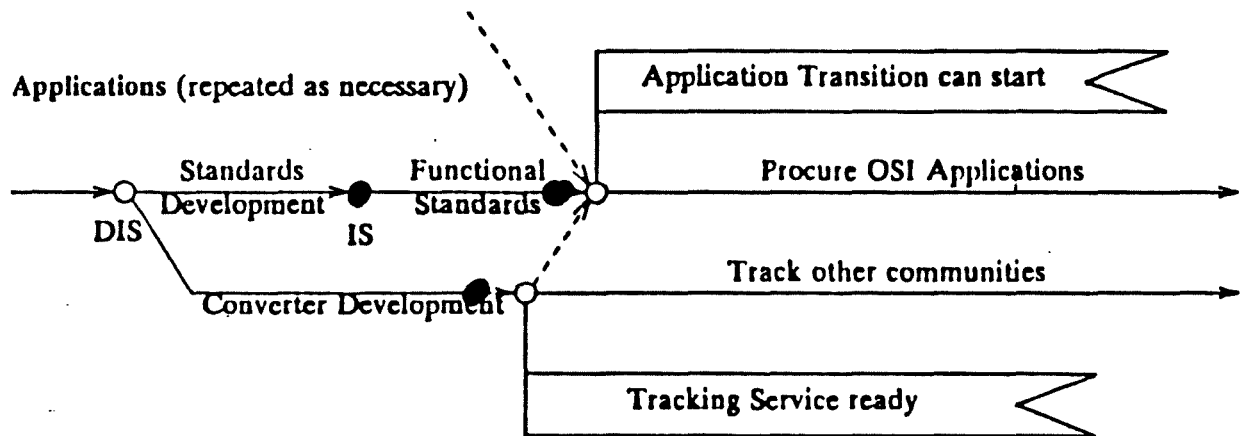


fig.5 Situation actuelle de la transition du courrier électronique. Et situation imminente pour le transfert de fichiers.

IV.4.4.4 Le transfert de fichiers.

Le travail de définition du standard FTAM est maintenant terminé. Et les standards fonctionnels sont complet à 99%. On attend plus que la version 3.1 des recommandations du GOSIP pour vérifier qu'il n'y a pas de discordances.

Les passerelles de conversion seront basées sur les dernières versions de GIFT développé au CERN et permettront dans la communauté anglaise de réaliser des conversions entre les protocoles du Livre Bleu, FTAM et le FTP de ARPA.

La figure 5 sera donc valable aussi pour le transfert de fichiers très prochainement.

CONCLUSION.

Des plans pour une transition vers la pile de protocoles de OSI ont été élaborés par un certain nombre de réseaux existants. Dans chaque cas, la situation est telle que les fournisseurs de services ont décidé qu'une migration vers les protocoles OSI, dès que ceux-ci seront disponibles et que leurs fonctionnalités seront adéquates, était dans l'intérêt de leurs utilisateurs du moins à long terme (Les fournisseurs laissent cependant la décision finale aux utilisateurs qui doivent pouvoir choisir de migrer ou pas en toute liberté et dans les délais qui leur conviennent). Cette position se justifie d'une part par le fait qu'une connectivité à une plus grande communauté sera ainsi possible et d'autre part, par le fait que les coûts de développement de produits pourront être mieux répartis entre un plus grand nombre de fournisseurs, et que les investissements consentis pourront aussi être mieux amortis s'ils touchent une plus grande variété d'utilisateurs.

Pour atteindre ce but et réussir une migration complète vers les protocoles OSI, il est important de spécifier précisément ce qui doit être accompli, quand où et comment il faut le faire.

Nous pensons que les jalons importants dans toutes les stratégies de migration ont été mis en évidence, et que les concepts clés de la migration ont été introduits.

Notre sentiment au terme de ce travail est surtout basé sur les contacts que nous avons eu avec les différents utilisateurs que nous avons d'ailleurs remerciés dans la préface. Ces derniers tendent à nous montrer que bien que chacun soit conscient de la poussée inéluctable de l'OSI, tout le monde n'en est pas nécessairement partisan pour autant. On en veut

pour preuve l'existence de plans de migration dont on ne sait pas vraiment quand ils seront mis en oeuvre. Ce sentiment est aussi basé sur l'attitude des utilisateurs présentée dans la section 2 qui est très prudente face à l'OSI même si chacun est conscient de ce qu'il pourra gagner quand la solution OSI aura fait ses preuves et qu'elle sera assez répandue. Et enfin, nous avons noté la position de ces utilisateurs face à TCP/IP. Ces protocoles qui étaient présentés comme un passage obligé pour la migration vers OSI dans certains plans, semblent de plus en plus plaire aux utilisateurs, même en Europe. Il n'est plus certain qu'OSI pourra détrôner facilement ce standard de fait qu'est TCP/IP.

SECTION V :

ANNEXES

ANNEXE A

LES PROTOCOLES TCP/IP SOUS UNIX.

A.1 INTRODUCTION

Nous présenterons dans cette annexe, le résultat de l'étude du protocole TCP/IP que nous avons faite dans le cadre de notre réflexion sur les problèmes de migration. Le lecteur intéressé y trouvera une introduction simple aux concepts clés pour "utiliser" les services de ces protocoles de communication. Il ne s'agit pas d'une présentation de la nature des protocoles mais plutôt des services qu'ils peuvent rendre et de la manière de les utiliser. L'étude a été faite avec l'implémentation UNIX qui est très répandue. Nous présenterons donc aussi les particularités qu'offre le système d'exploitation UNIX pour l'utilisation de ces protocoles.

Cette étude était initialement prévue pour nous permettre d'aborder la description du produit ISODE dont il a déjà été fait mention. Il aurait, en effet, été intéressant de compléter notre étude de cas par l'analyse de la situation aux Etats-Unis dans le réseau ARPA Internet notamment. Nous aurions pu analyser plus en détail comment il était possible de développer des applications OSI basées sur les protocoles de transmission TCP/IP. Puisqu'il s'agit là de l'orientation que semble prendre les Etats-unis. cependant, il n'a pas été possible d'aborder ce sujet assez sérieusement pour en parler dans le cadre de ce texte. Il faut malheureusement se limiter et il n'est pas possible d'aborder tous les aspects liés à la migration dans un seul travail. Nous avons malgré tout tenu à pré-

senter notre introduction à TCP/IP. Il se pourrait qu'elle puisse être utile au lecteur désireux de prendre un premier contact avec les concepts des protocoles TCP/IP.

Il est peut-être bon de rappeler ici que les applications principales dans le domaine des réseaux à grande portée s'appuyant sur les protocoles TCP/IP sont les suivantes :

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) :

système simplifié de courrier électronique.

FTP (File Transfer Program) :

système de transfert de fichiers.

Telnet (Terminal NETwork) :

émulation de terminal.

D'autres applications ont été développées en s'appuyant sur les facilités de communication qu'offrent les protocoles TCP/IP, les plus connues sont sans doute :

NFS :

accès facile aux fichiers d'une autre machine.

X-Window :

organisation de la visualisation des applications.

Ces différents exemples de logiciels d'applications bâtis sur TCP/IP (autant pour les communications à grande distance que pour des communications locales) démontrent que cet édifice très complet de moyens de communication devient, aujourd'hui, incontournable en environnement UNIX.

Dans ce qui suit, nous commencerons par donner les concepts clés des protocoles IP et TCP en nous focalisant surtout sur les services offerts plutôt que sur les protocoles utilisés pour rendre ces services.

Nous examinerons ensuite le principe fondamental concernant toutes communications entre deux machines utilisant le système d'exploitation UNIX dans sa version BSD 4.2 : celui de socket. Nous présenterons une étude non exhaustive de ce concept qui simplifie fortement l'utilisation des protocoles de communications entre ordinateurs. Il s'agit en quelque sorte

d'une abstraction se trouvant au-dessus de TCP dans la hiérarchie des protocoles et offrant une interface agréable entre la couche application (prise au sens DoD et pas OSI*) et les couches transport et interconnexion.

A.2 LE PROTOCOLE IP (INTERNET PROTOCOL).

Pour situer IP dans le modèle OSI, on peut dire qu'il s'agit de la sous-couche supérieure de la couche réseau du modèle DoD. Cette couche fournit des services orientés sans connexion. "Elle est basée sur l'idée des datagrammes internet qui sont transférés de manière transparente mais pas nécessairement fiable d'un hôte source vers un hôte destination en traversant pour cela, si c'est nécessaire, plusieurs réseaux différents" (Tanenbaum, 3). Ce protocole permet d'unifier tous les services réseaux différents qui peuvent exister pour ne présenter à la couche supérieure que le service de datagramme internet de manière à ce qu'elle ait l'impression d'utiliser un seul grand réseau (virtuel).

" Le protocole règle aussi les problèmes de fragmentation et d'assemblage de longs datagrammes, si nécessaire, lors de la transmission à travers des réseaux qui imposent une limitation de taille sur les paquets. IP fournit uniquement les fonctions nécessaires pour le transport et la livraison de datagrammes. Il ne règle pas les problèmes de contrôle de flux, les problèmes de séquence des datagrammes envoyés ou les problèmes de contrôle d'erreur." (Ponselet A., 1) Ces problèmes devront être réglés au niveau supérieur c'est-à-dire par le protocole TCP. Si IP doit fragmenter certains datagrammes, "les fragments pourront être transférés indépendamment et seront réassemblés par le logiciel IP de l'hôte de destination, et pas à chaque

* La couche application au sens DoD, c'est à dire telle qu'elle est dans le réseau ARPANET, est la dernière couche au-dessus de la couche transport. Elle renferme donc des notions de session et de présentation qui dans le modèle OSI sont séparées de la couche application.

passerelle intermédiaire. Cette stratégie minimise les délais à travers le réseau" (Cerf, 3).

Le protocole IP utilise cinq mécanismes clés pour fournir ses services : le type de service, le temps de vie, les options, la somme de contrôle de l'entête, l'adresse IP.

Le *type de service* permet à l'hôte de dire aux sous-réseaux quel type de service il désire. Différentes combinaisons de vitesse et de fiabilité sont possibles.

Le *temps de vie* est une indication de la limite supérieure du temps que peut passer un datagramme dans les différents réseaux pendant son transfert. Il est spécifié par l'expéditeur et décrémenté à chaque manipulation du datagramme en cours de route. Lorsqu'il atteint 0 avant d'arriver à l'hôte de destination, il est tout simplement détruit. Ceci permet d'empêcher les 'looping messages'.

Les *options* permettent des services de sécurité, de routage à la source, de rapport d'erreurs, de debugging, de contrôle du temps et autre. Elles ne sont pas souvent utilisées.

La *somme de contrôle de l'en-tête* vérifie, comme son nom l'indique, uniquement l'en-tête. Un tel contrôle est nécessaire car l'en-tête du datagramme peut changer en passant par un convertisseur.

L'*adresse IP* permet d'identifier un hôte par une adresse unique à travers tout l'ensemble interconnecté de réseaux. Le concept des adresses est très important dans le protocole IP. Une adresse IP individualise un hôte internet et pas un ordinateur physique car un ordinateur peut très bien se présenter comme étant composé de plusieurs hôtes internet. De même un seul hôte internet peut disposer de plusieurs interfaces physiques avec le sous-réseau.

La longueur des adresses internet est fixée à 32 bits qui sont partagés en deux groupes : un pour identifier le réseau et un pour identifier l'hôte internet au sein du réseau. De plus 4 classes sont prévues pour la représentation des adresses dans

ces 32 bits (voir table 1). Un troisième groupe de bits est donc nécessaire pour identifier la classe utilisée.

Table 1. classes des adresses Internet.

nom	adresse réseau	adresse hôte
classe a.	7 bits	24 bits
classe b.	14 bits	16 bits
classe c.	21 bits	8 bits

La raison d'être de ces classes est de permettre d'adresser des hôtes dans un inter-réseau qui serait composé d'un relativement petit nombre de réseaux qui chacun aurait un grand nombre d'hôtes connectés (classe a); ou au contraire un grand nombre de réseaux avec chacun un nombre relativement limité d'hôtes (classe c).

On utilise souvent pour représenter une adresses Internet une notation pointée. "Considérons les hôtes dans le domaine ARPA Internet. le nom d'un hôte particulier pourrait être : SALLY.UTEXAS.EDU et avoir une adresse Internet 10.2.0.62. [Nous verrons plus loin comment une telle adresse peut être découverte par le logiciel]. Le protocole IP utilise cette adresse pour diriger le paquet vers le réseau approprié. Le réseau désigné par l'adresse 10.2.0.62 est le réseau 10, c'est-à-dire le réseau ARPANET. Ce dernier a un sous-réseau de communication constitué d'ordinateurs appelés 'Packet Switch Nodes (PSN)' auxquels les hôtes sont attachés. Le PSN extrait une adresse ARPANET (hôte 2 sur PSN 62) de l'adresse IP et l'utilise pour déterminer une route vers le PSN de destination et finalement vers l'hôte de destination. La définition des adresses peut se faire de manière hiérarchique. SALLY.UTEXAS.EDU est un nom du domaine ARPA Internet, où EDU est un domaine de haut niveau ('top-level domain'), UTEXAS.EDU est un sous-domaine, et SALLY.UTEXAS.EDU est un autre sous-domaine (dans ce cas, il s'agit d'une machine hôte).

L'interface fournie aux utilisateurs des services IP est constituée des principales primitives suivantes :

1) La primitive de transfert d'une unité de donnée.

La primitive de transfert est utilisée par la couche transport pour soumettre un datagramme à IP. De plus, l'utilisateur doit pouvoir fournir, par cette primitive, les différents paramètres nécessaires à la création d'un en-tête IP. Ces paramètres précisent comment utiliser les mécanismes clés présentés ci-dessus. On trouvera par exemple la valeur du temps de vie souhaité d'un datagramme.

2) La primitive de livraison.

La primitive de livraison est utilisée par le module IP pour avertir l'utilisateur de l'arrivée de données. Comme nous le verrons dans la description de TCP, l'utilisateur de IP est basé sur un modèle client serveur et donc deux cas peuvent se présenter. Si l'utilisateur est à l'écoute, il peut recevoir directement les données. Sinon, il doit être averti de leur arrivée par un mécanisme approprié.

3) La primitive de rapport d'erreur.

La primitive de rapport d'erreur sert à avertir l'utilisateur de certains problèmes survenus.

Pour accompagner le protocole IP, le DoD a défini un protocole compagnon dont "le but est de fournir les moyens de rétroaction lorsque des problèmes surgissent dans l'environnement de communication (si un datagramme ne peut atteindre sa destination, ou si une passerelle n'a pas une capacité de stockage suffisante pour expédier un datagramme)" (Ponselet, 29). Ce protocole est ICMP il s'agit d'un protocole pour les messages de contrôle. Nous ne nous étendrons pas sur ce dernier car il n'est pas destiné aux utilisateurs.

A.3 LE PROTOCOLE TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL).

Le protocole TCP correspond à peu de chose près à la couche transport de classe 4 (TP4) du modèle OSI. Ce protocole orienté connexion assure une communication point à point fiable et sans erreur entre deux hôtes et ceci en supposant qu'il dispose d'un service de transferts de datagrammes potentiellement non fiable tel que celui fournit par IP.

Il est rare qu'une application utilise directement les services IP sans passer par TCP. Nous verrons cependant comment cela est permis pour un 'super-user'.

Le protocole TCP utilise 6 mécanismes clés pour assurer ses services : le port, le numéro de séquence, l'acquittement, le fenêtrage, la somme de contrôle.

Le *port* est équivalent à ce qui est appelé le TSAP (Transport Service Access Point) dans la terminologie OSI. Un port destinataire et un port expéditeur identifient les deux points d'une connexion transport. Chaque hôte est libre de choisir la manière dont il allouera ces ports. Dans les systèmes UNIX, ce sera le concept de socket qui sera utilisé. Un port reçoit un numéro d'identification compris entre 0 et 32767. Un logiciel qui désire utiliser le protocole TCP devra obtenir un numéro de port, numéro qui le reliera à une entité particulière gérant le protocole TCP dans l'hôte. Tous les services d'usage courants, basés sur les protocoles TCP ont reçus un numéro de port identique sur toutes les machines (voir table 2).

Table 2. Noms de ports les plus connus ('well known ports')

alias	n°port	autre nom
echo	7/tcp	
daytime	13/tcp	
netstat	15/tcp	
ftp	21/tcp	File Transfer Protocol
telnet	23/tcp	Terminal Network
smtp	25/tcp	Simple Mail Transfer Protocol
time	37/tcp	
nntp	119/tcp	Usenet News Transfer Protocol
login	513/tcp	
shell	514/tcp	

Dans le protocole TCP, chaque octet de donnée est numéroté par un *numéro de séquence*. Un champ de 32 bits dans l'en-tête du TPDU de TCP est réservé pour indiquer le numéro de séquence du premier octet de donnée dans ce TPDU. Si ce TPDU contient n octets de données et qu'il n'est pas le dernier, le TPDU suivant contiendra dans son champ d'en-tête réservé au numéro de séquence, le même numéro augmenté de n. C'est grâce à ce numéro de séquence que le protocole TCP peut réarranger les datagrammes qui seraient arrivés dans le désordre et éliminer les doublons car ceci n'est pas garanti par IP.

C'est aussi grâce à ce numéro de séquence que le contrôle d'erreur sur les données pourra se faire. En effet, par la méthode de *l'acquittement*, le TPDU de TCP contient un champ de 32 bits réservé à la désignation du numéro de séquence du prochain octet que l'entité TCP réceptrice s'attend à recevoir. Ce qui permet à l'émetteur de savoir que toutes les données transmises avec un numéro de séquence inférieur ont été bien reçues et qu'il peut donc libérer ses buffers. Si l'entité TCP émettrice ne reçoit pas l'acquittement qu'elle attend après un temps donné, elle retransmet automatiquement les données non acquittées.

Enfin, on peut dire que le numéro de séquence sert aussi au contrôle de flux qui dans TCP est implémenté en utilisant la

méthode de *fenêtrage* avec une fenêtre à taille variable. Dans l'en-tête, un champ de 16 bits désigne le nombre d'octets de données que le récepteur est prêt à recevoir après celui qui est acquitté dans le même TPDU.

Le protocole TCP doit fournir un service de transport de données fiable et sans erreur, aussi la *somme de contrôle* porte sur l'en-tête ainsi que sur les données. Si la somme calculée par l'entité réceptrice est différente de celle enregistrée dans le TPDU, celui-ci est détruit et l'acquiescement n'est pas envoyé.

L'interface fournie aux utilisateurs de TCP est constituée des primitives données à la table 3.

Table 3. primitives de service TCP.

type	nom	description
événements	connected	ouverture réussie (ACTIVE ou PASSIVE)
	connect fails	ouverture ACTIVE refusée
	data ready	des données peuvent être reçues
	errored	fermeture de connexion due à une erreur
	closed	une déconnexion ordonnée est commencée
actions	listen on port	ouverture PASSIVE sur le port donné (serveur)
	open port	ouverture ACTIVE sur le port donné (client)
	read data	recevoir des données
	send data	envoyer des données
	close	commencer une déconnexion ordonnée

Dans la version BSD4.2 de UNIX, l'utilisateur de TCP est la pseudo-couche des sockets et ce sont les primitives liées aux sockets que le concepteur d'applications devra utiliser. Le chapitre suivant fournira une présentation de cette pseudo-couche fournissant tous les outils de communication pour une programmation en langage C.

Résumons en quelques mots les principes des protocoles TCP/IP en suivant un paquet qui passe à travers le réseau (voir fig.1). "Au-dessus de l'interface directe avec le réseau - Ethernet dans la plupart des cas - la première couche IP assure le routage des données dans un ensemble de réseaux. Si un paquet de données parvient sur une machine, qui n'en est toutefois pas le destinataire final (la machine jouant le rôle de passerelle), IP fera office d'aiguillage, basculant directement le paquet d'un réseau à l'autre, c'est-à-dire d'une carte réseau à une autre. Sur un plan supérieur à IP, TCP a deux fonctions : l'interfaçage direct avec les applicatifs utilisant le réseau (et en particulier l'aiguillage vers ces applicatifs [grâce au concept de port]); la fabrication ou le décollage des paquets de données."

FONCTIONNEMENT DE TCP/IP

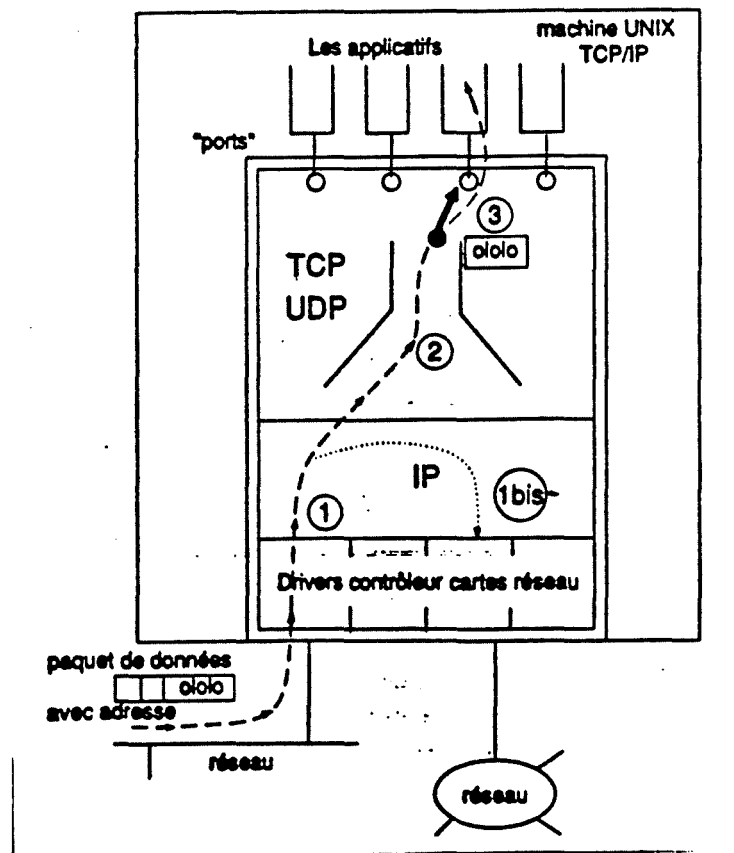


fig.1 fonctionnement de TCP/IP.

A.4 LE CONCEPT DE SOCKET.

Il est intéressant à ce niveau de mettre en rapport les couches du modèle OSI, du modèle DoD (ARPANET) et de l'implémentation de ce dernier sur les systèmes UNIX. Ceci est présenté à la table 4 qui est tirée de (Quaterman J., 1).

Table 4. Comparaison des modèles DDN et OSI.

Protocol layers from the ISO and ARPANET reference models with examples of a layering implementation and its use in 4.3BSD				
ISO Reference Model	ARPA Internet layers	4.3BSD implementation layers	Examples of uses of layers in 4.3BSD	
Application	Process/ Applications	User programs and libraries	telnet, ftp, rlogin, or rcp	named, time, rwho, or talk
Presentation				
Session		Sockets	SOCK_STREAM	SOCK_DGRAM
Transport	Transport	Protocols	TCP	UDP
Network (Internet)	Internet		IP	
Data link	Network	Network interfaces	Ethernet driver	
Physical	Physical	Network hardware	Interlan controller	

"Au contraire des primitives de OSI qui sont plutôt abstraites, les primitives de Berkeley sont beaucoup plus spécifiques. Elles sont représentées par un ensemble d'appels système qui permettent à l'utilisateur d'accéder aux services de la couche transport (TCP)." (Tanenbaum, 3) celles-ci sont données dans la table 5.

Table 5. Les principaux appels systèmes liés aux sockets.

nom	description
socket	crée un TSAP de type donné
bind	associe un nom ASCII a un socket précédemment créé
listen	crée une file d'attente pour stocker les requêtes de connexion arrivant
accept	retire une requête de connexion de la file d'attente
connect	lance une connexion avec un autre socket
shutdown	termine une connexion d'un socket
send	envoie un message par un socket donné
recv	reçoit un message d'un socket donné
select	teste un ensemble de sockets pour voir s'il y en a qui peuvent être lus ou écrits

Le socket en lui-même n'est rien d'autre qu'un TSAP particulier auquel un processus (côté utilisateur) peut attacher une connexion et auquel le système d'exploitation peut attacher une connexion. Mais sous ce mot de socket, se cache aussi une abstraction générale concernant des fonctions disponibles pour l'utilisateur et reposant sur la couche TCP.

La structure de communication dans UNIX repose donc sur 3 entités dans le noyau (Kernel).

- 1) la couche socket qui fournit l'interface entre les appels système, utilisés dans un processus, et les couches inférieures.
- 2) les couches TCP et IP qui forment l'entité des protocoles utilisés pour la communication.
- 3) la couche qui contient les contrôleurs gérant les éléments du sous-réseau lui-même.

A.4.1 Le modèle client serveur.

Le modèle client-serveur est le modèle utilisé dans les communications utilisant TCP/IP. Il est différent dans son principe du modèle OSI qui voit la connexion comme tout à fait symétrique. Au contraire, ici un des deux processus en connexion (le serveur) se met à l'écoute sur le socket lié à la

connexion; et le deuxième processus (le client) peut faire des "demandes" par le socket qui constitue l'extrémité de la connexion sur sa machine.

Ce principe de fonctionnement n'empêche pas la construction, au-dessus de cette couche, de protocoles qui eux seront symétriques bien qu'il y aura toujours un processus client et un processus serveur.

Normalement, un processus serveur se met en attente en un port standardisé de demande de services. Mais on peut très bien imaginer de créer un processus qui serait un 'serveur de services'. Celui-ci permettrait par exemple d'éliminer tous les processus qui sont généralement inactifs mais cependant toujours présents dans le système. Toutes les demandes seraient alors d'abord envoyées au processus 'serveur de services' qui s'occuperait lui de créer le serveur adéquat.

Dans la version BSD4.2 de UNIX, à la mise en route du système, toute une série de processus serveurs sont lancés, chacun de ceux-ci se met à l'écoute sur un port Internet correspondant à un service particulier. De plus ces processus sont dissociés du terminal qui les contrôle ainsi que de leurs processus parents; ceci afin de les rendre opaques aux différents signaux qui pourraient être envoyés aux processus dépendant de ce terminal. Les processus serveur deviennent ainsi des démons ne dépendant pas d'un terminal ou d'un utilisateur.

A.4.2 Classification des sockets.

Il est prévu principalement deux domaines de communication. Le domaine UNIX est utilisé pour les communications entre processus résidant sur la même machine. Le domaine Internet est utilisé pour les communications entre des processus résidant sur des machines différentes et devant utiliser le réseau pour communiquer. Il existe certaines différences entre ces deux domaines. Par exemple le nom d'un socket dans le domaine UNIX peut être un nom de fichier du type

</dev/sockunix> alors que ce n'est pas permis dans le domaine Internet.

Les sockets peuvent être de types différents suivant les propriétés de la communication visible par l'utilisateur. Cinq types ont été définis mais seuls trois types sont implémentés dans la version BSD4.2 de UNIX.

1) *stream socket* (circuit virtuel).

Le stream socket, est un socket que l'on peut affecter comme extrémité d'une connexion de circuit virtuel qui certifie un échange bidirectionnel, fiable et ordonné des données. Ce type de socket dans le domaine UNIX a exactement la même sémantique que les pipes et d'ailleurs ceux-ci sont implémentés de manière interne comme une simple paire de 'stream socket' connectés l'un à l'autre.

2) *datagram*.

Le socket de type datagramme, est un socket que l'on peut affecter comme extrémité d'une connexion de flux bidirectionnel de données pour lequel la séquence, l'absence de doublons ou d'erreurs ne sont pas garantis. Ces sockets sont utilisés dans les réseaux locaux fiables tels Ethernet.

3) *raw* (brut).

Le socket de type brut permet d'utiliser IP sans passer par TCP (dans le but de développements futurs). Ce type de socket est utilisable seulement par un 'super-user'.

A.4.3 Description des routines de la librairie.

Différents paramètres sont utilisés par les appels système, nous verrons que la manipulation de ces paramètres est facilitée par l'utilisation de routines spécifiques qui ont été insérées dans les librairies. Ces routines permettent par exemple de convertir des noms d'hôtes en adresses réseaux, des noms de réseaux en numéros de réseaux, des noms de protocoles en numéros de protocoles, des noms de service en numéros de

port, etc. Dans les exemples d'appels système, nous montrerons des utilisations de telles routines.

La définition des types de données et des types de structures des paramètres utilisés par ces routines se trouve dans le fichier netdb.h.

Ces routines de conversion permettent une consultation facile des fichiers suivants du système d'exploitation :

```
</etc/hosts>      adresses Internet en notation pointée des
                   hôtes locaux.
</etc/networks>  adresses Internet des réseaux locaux.
</etc/protocols> codes des protocoles supportés.
</etc/services>  numéro des ports réservés*.
```

Les routines principales sont données à la table 6. Où il convient de remplacer ... par :

```
host  : pour consulter le fichier hosts.
net   : pour consulter le fichier networks.
proto : pour consulter le fichier protocols.
ser   : pour consulter le fichier services.
```

Table 6. Principales routines de la librairie réseau.

nom	description
get...byname()	recherche séquentielle dans le fichier à partir du début jusqu'à trouver le nom ou jusqu'à arriver en fin de fichier.
get...byaddr()	id. pour l'adresse.
get...byport()	id. pour le port.
get...ent()	lit la ligne suivante dans le fichier et l'ouvre si nécessaire.
inet	famille de routines de manipulation d'adresses IP en notation pointée.

* C'est de ce fichier qu'est tirée la table 1.

A.4.4 Description des appels système.

Différentes constantes ainsi que la déclaration du type de certains paramètres qui interviendront au cours de la description des appels système sont définies dans des fichiers de configuration. Ceux-ci doivent être inclus en début de chaque programme désirant utiliser les sockets. Ils sont repris à la table 7.

Table 7. Les fichiers de déclaration.

nom	description
<sys/h/types.h>	définition des types système de base.
<sys/h/socket.h>	définition des types, des familles d'adressage et des options des sockets
<sys/netinet/in.h>	définition des constantes et structures définies par le système Internet
<usr/include/netdb.h>	définition des structures des paramètres utilisés par les routines de la librairie.

C'est par exemple dans le fichier socket.h que sont définies les constantes suivantes :

```

AF_UNIX      = 1   : désigne le domaine UNIX.
AF_INET      = 2   : désigne le domaine Internet.
AF_CCITT     = 10  : désigne le domaine des protocoles du
                   CCITT : X.25 etc.
AF_SNA       = 11  : désigne le domaine SNA de IBM.
AF_DECnet    = 12  : désigne le domaine DECnet de DIGITAL.
SOCK_STREAM  = 1   : désigne le type de socket stream.
SOCK_DGRAM   = 2   : désigne le type de socket datagram.
SOCK_RAW     = 3   : désigne le type de socket raw.

```

Nous allons maintenant décrire brièvement les principaux appels système ayant trait à la manipulation des sockets. Nous donnerons à chaque fois un exemple d'un tel appel.

s = socket(domaine, type, protocole):

L'appel système *socket* crée un socket (sous la forme d'une structure de donnée dans le système d'exploitation) d'un domaine, d'un type et pour un protocole donné.

```
ex : s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
```

Crée un socket de type circuit virtuel pour des communications par le réseau en utilisant le protocole TCP. Pour connaître le numéro associé à un protocole, on peut soit examiner le fichier `<sys/netinet/in.h>` ou utiliser la routine de librairie `getprotobyname` :

```
pp = getprotobyname("tcp");
s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, pp->p_proto);
```

Rappelons que la structure du résultat de la routine de librairie c'est-à-dire la structure à donner à la variable `pp` peut être trouvée dans le fichier `netdb.h`.

C'est là que l'on trouvera la structure du résultat de `getprotobyname` :

```
struct protoent {
    char *p_name;          /* official name of protocol */
    char **p_aliases;      /* list of aliases */
    int p_proto             /* protocol type */
};
```

Certaines options sont disponibles sur la définition des sockets. Elles sont utilisées par les appels `setsockopt()` et `getsockopt()`. On peut par exemple ouvrir un socket qui permette l'émission de messages à plus d'un destinataire ('broadcast').

bind(s, name, namelength):

L'appel système *bind* assigne le nom 'name' de longueur 'namelength' au socket 's' préalablement créé. L'interprétation du paramètre 'name' dépend du domaine du socket. Dans le domaine UNIX, il s'agit d'un nom de fichier alors que dans le domaine Internet, il s'agit d'une adresse

Internet et d'un numéro de port (une structure `sockaddr_in`). Une fois lié par l'appel `bind`, le nom du socket peut être publié ou distribué de différentes manières de sorte que d'autres processus puissent adresser ce socket.

```
ex : bind(s, "/dev/sockunix", sizeof("/dev/sockunix")-1);
```

Ce qui lie le nom de fichier `<dev/sockunix>` au socket `s` de domaine UNIX. Il faut diminuer de 1 la taille renvoyée par la fonction `sizeof()` car une chaîne de caractère en C contient toujours dans son premier octet sa longueur.

Si l'on veut lier un socket à une adresse Internet, on peut utiliser la routine de librairie `gethostbyname(name)` qui retourne un pointeur vers une structure `sockaddr_in` contenant l'adresse correspondant au nom donné en paramètre. La déclaration de cette structure peut se trouver dans le fichier `netdb.h`.

```
struct sockaddr_in {
short sin_family; /* address family (Internet ici)*/
short sin_port    /* 2 octets port number */
long sin_adr      /* 4 octets IP address */
char sin_data[8]  /* unused */
};
```

exemple :

```
hh = gethostbyname("electre");
bind(s, hh, sizeof(hh));
```

`listen(s, backlog):`

Comme nous l'avons dit plus haut, le socket est utilisé par un serveur d'un côté et par un client de l'autre. L'appel système `listen` est destiné au processus serveur. Il permet à celui-ci d'attribuer un buffer au socket '`s`' pour accepter un nombre '`backlog`' de demandes de connexions à servir. Un socket spécifié dans un appel `listen` devient donc un point passif attendant une demande de connexion d'un autre processus.

```
ex : listen(s, 5);
```

Le nombre maximum de connexions que l'on peut accepter est défini dans un fichier du système d'exploitation : `<sys/h/socket.h>`

```
SOMAXCONN = 5;
```

```
ns = accept(s, addr, addrlen):
```

Une fois le socket mis à l'écoute des demandes, le processus peut s'y attacher par l'appel système *accept*. Si une demande de connexion est déjà arrivée au socket, elle est directement retirée du buffer du socket. Sinon, le processus se bloque jusqu'à l'arrivée d'une requête. 'addr' est une adresse de longueur 'addrlen' qui contiendra l'identification du processus client qui a demandé la connexion. Quand une telle connexion est retirée de la liste, un nouveau socket d'identificateur 'ns' est créé pour le point final de connexion. De cette manière, un seul et unique port de numéro bien connu peut être utilisé pour établir plusieurs connexions.

```
ex : ns = accept(s, &from, sizeof(from));
```

from est une variable de type structuré `sockaddr_in` si le socket est un socket de domaine Internet.

```
connect(s, name, namelen):
```

L'appel système *connect* est destiné au processus client. Il permet de demander une connexion entre le socket local 's' et le socket portant le nom 'name' de longueur 'namelen' du destinataire.

```
ex : connect(s, (char*) &sdest, sizeof(sdest));
```

sdest est une variable structurée de type `sockaddr` dont les champs ont dû être initialisés en utilisant les routines de la librairie pour trouver l'adresse du destinataire.

Une connexion est complètement identifiée sur tout le réseau par les éléments : { protocole, adresse Internet locale, port local, adresse Internet destinataire, port destinataire }

Si l'on ne connaît pas le nom de l'hôte destinataire avec lequel on veut établir la connexion, mais si l'on connaît seulement son adresse Internet sous le format standard (des chiffres séparés par des points), on peut utiliser les routines `inet...` de la librairie. Par exemple, `inet_addr()` et `inet_network()` prennent en argument une chaîne de caractères représentant l'adresse Internet sous sa notation standard pointée et renvoient une adresse sous forme d'un pointeur vers une structure `sockaddr_in`.

`recv(s, buf, buflength, drapeaux):`

L'appel système `recv` est utilisé pour lire un message sur le socket '`s`', et le stocker dans le buffer '`buf`' de longueur '`buflength`'. Les drapeaux pouvant prendre une ou plusieurs des valeurs suivantes :

`MSG_OOB` : émission/réception de données urgentes.

`MSG_PEEK` : consultation de données sans saisie.

`MSG_DONTROUTE` : émission de données sans utilisation des tables de routage.

Remarque : excepté la possibilité de l'utilisation des drapeaux, cet appel système est identique à la lecture sur fichier et pourrait s'écrire :

```
read(s, buf, buflength);
```

`send(s, buf, buflength, drapeaux):`

L'appel système `send` est le symétrique de `recv` pour envoyer un message contenu dans le buffer '`buf`' de longueur '`buflength`' par le socket '`s`'. Les mêmes drapeaux sont utilisés.

La même remarque est valable et cet appel système pourrait s'écrire :

```
write(s, buf, buflength);
```

`shutdown(s, mode):`

L'appel système `shutdown` est utilisé pour fermer la connexion et éliminer le socket '`s`'. Les deux directions d'une

connexion full duplex peuvent être coupées indépendamment.
'mode' peut prendre les valeurs suivantes :

- 0 : Plus aucune donnée ne sera lue sur ce socket.
- 1 : Plus aucune donnée ne sera écrite sur ce socket.
- 2 : Plus aucune donnée ne sera ni lue, ni écrite, sur ce socket.

select(nfds, &readfds, &writefds, &exceptfds, &timeout):

L'appel système `select` est utilisé pour mettre un processus en attente sur plusieurs sockets. Dans beaucoup de cas, le processus veut effectuer un appel `recv` sur un socket parmi d'autres qui a au moins un message en attente. Cependant, le processus n'a aucun moyen de savoir quel socket a un message en attente. S'il en choisit un au hasard, il peut se retrouver bloqué très longtemps attendant un message qui n'arrive pas alors que d'autres messages attendent sur d'autres sockets. Ceci est particulièrement le cas quand un processus doit surveiller l'arrivée de données à un terminal en même temps qu'à un socket de courrier électronique par exemple. L'appel `select` lui permet de se bloquer jusqu'à ce qu'une opération `read` (ou `write`) soit possible sur un socket faisant partie d'un ensemble spécifié par les paramètres.

'`readfds`' contient l'ensemble des descripteurs à partir desquels le processus appelant peut être amené à lire.

'`writeds`' contient l'ensemble des descripteurs à partir desquels le processus appelant peut être amené à écrire.

'`nfds`' contient la grandeur d'un descripteur.

Ces paramètres sont des masques C créés par décalage.

'`timeout`' si = 0, alors le processus se bloque jusqu'à ce qu'une lecture ou une écriture soit possible sur un socket.

si = n (n > 0), alors un contrôle séquentiel est effectué sur chaque descripteur pendant le temps 'n' et le processus est débloqué après ce temps si aucun événement n'est survenu.

exemple :

```
readfrom = (1<<s) | (1<<t);
ready = readfrom;
select(16, &ready, 0, 0, 0);
if (ready & (1<<s));
    /* le socket s a reçu des données */
if (ready & (1<<t));
    /* le socket t a reçu des données */
```

ANNEXE B ACRONYMES.

ACSnet	Australian Computer Science network.
AdvanceNet	Réseau propriétaire de HP.
Aele	Association européenne de libre échange.
AFI	Authority and Format Identifier : apparaît dans le schéma d'adresse d'un NSAP.
AFNOR	Association Française de Normalisation.
ANSI	American Standard Institute.
APPC	Advance Program to Program Communication : protocole développé par IBM.
ARPA	Advanced Research Project Agency.
ARPANET	Réseau de l'ARPA.
ASCII	American Standard Code for Information Interchange.
Asianet	Branche du réseau BITNET au Japon.
BITNET	Because It's Time NETwork.
BOD	Bord Of Directors : organisme dirigeant de EARN.
BSC	Binary Synchronous Communication.
BSD	Implémentation de UNIX.
BSI	British Standards Institute.
BSMTP	Protocole de courrier électronique sur EARN.
BUUG	Belgium Unix User's Group.
CCE	Comission des Communautés Européennes.
CCIR	Comité Consultatif International pour les Radio communications.
CCITT	Comité Consultatif de Téléphonie et de Télégraphie.
CDNnet	Réseau canadien X.400 avec implémentation EAN.
CeBIT	Salon de l'informatique à Hanovre.
CEN	Comité Européen de Normalisation.
CENELEC	Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique

CEPT	Conférence Européenne des Administrations des Postes et Télécommunications.
CERN	Centre Européen en Recherche Nucléaire.
Cigref	Club informatique des grandes entreprises françaises.
CLNS	Connection-Less Network Services.
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique (en France).
CONS	Connection-Oriented Network Services.
COSINE	Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe.
CPU	Central Processing Unit.
CR82	Cambridge Ring 1982 : protocole sur JANET.
CSNET	Réseau américain.
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection : protocole OSI.
CWI	Centrum voor Wiskunde en Informatica (Amsterdam).
DAP	Data Access Protocol : protocole développé par DEC.
DARPA	Defense Advanced Research Project Agency.
DCC	Data Country Code : apparaît dans le schéma d'adresse d'un NSAP.
DCE	Data Communications Equipment.
DDCMP	Digital Data Communications Message Protocol : protocole développé par DEC.
DDN	Defense Data Network.
DEC	Digital Equipment Corporation.
DECNET	Architecture du réseau propriétaire de DEC.
DFN	Deutsches Forschungsnetz : réseau OSI d'Allemagne.
DG/PC	Data General/Personal Computer : produit OSI de la firme Data General.
DIS	Draft International Standard : document de l'ISO.
DNA	DECnet Network Architecture.
DNIC	Data Network Identification Code : apparaît dans l'adresse d'un DTE exprimée sous le format X.121.
DoD	Department of Defense (Etats-Unis).
DP	Draft Proposal : document de l'ISO.
DPN-100	Commutateur X.25 de la firme Northern Telecom.

DSP	Domain Specific Part : apparaît dans le schéma d'adresse d'un NSAP.
DTE	Data Terminal Equipment.
EAN	Une implémentation de X.400.
EARN	European Academic Research Network.
EASInet	Réseau propriétaire DEC.
ECMA	European Computer Manufacturer Association.
EDF	Electricité De France.
EDI	Electronic Data Interchange.
EIA	Electronic Industries Association.
EN	European Norm : norme européenne de standard fonctionnel.
ENV	Europaeische Norm Vorlaeufig : norme européenne de standard fonctionnel.
EPSS	Experimental Packet-Switching Service.
ESA	European Spatial Agency.
ETSI	European Telecommunication Standards Institute.
EUnet	Réseau européen d'utilisateurs de UNIX.
Eurosinet	Association de fournisseurs OSI en Europe.
EUUG	European Unix User's Group.
EWOS	European Workshop for Open Systems.
FNRS	Fonds National pour la Recherche Scientifique (Belgique).
FS	File System.
FSUI	File Service User Initiator : concept OSI dans FTAM.
FSUR	File Service User Responder : concept OSI dans FTAM.
FTAM	File Transfer Access and Management : protocole OSI.
FTP	File Transfer Protocol : protocole DDN.
GARR	Réseau italien.
GIFT	General Internetwork File Transfer : passerelle de conversion située au CERN.
GOSIP	US Government OSI Profile.
GTMOSI	General Teleprocessing Monitor for OSI : protocole développé par IBM.
HDLC	High-level Data Link Control : protocole OSI.
HEPnet	High Energy Physic network.
HP	Helwet-Packard.

- Acronymes -

IBM	International Business Machine.
ICST	Institute for Computer Sciences and Technology : une des branches de NBS.
IDI	Initial Domain Identifier : apparaît dans le schéma d'adresse d'un NSAP.
IDP	Initial Domain Part : apparaît dans le schéma d'adresse d'un NSAP.
IEC	International Electronic Commission.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engi- neers.
INTAPnet	Association de fournisseurs OSI au Japon.
IP	Internet Protocol : protocole DDN.
IS	International Standard : document de l'ISO.
ISO	International Standard Organisation.
ISODE	Logiciel OSI.
ITU	International Telecommunication Union.
IXI	International X.25 Interconnection.
JANET	Joint Academic NETwork.
JNT	Joint Network Team : groupe de travail de JANET.
JTMP	Job Transfer and Manipulation Protocol : proto- cole sur JANET.
JUNET	Japanese Unix NETwork.
KUL	Katholieke Universiteit Leuven.
LAN	Local Area Network.
LEN	Low Entry Networking : concept IBM.
LISTSERV	Serveur de fichiers sur EARN.
LUn	Logical Unit n° n : protocole développé par IBM.
MAP	Manufacturing Automation Protocol.
MHS	Message Handling System.
MIB	Management Information Base.
MINT	Message Interchange Network Transfer.
MMS	Manufacturing Message Specification : protocole de la pile MAP.
MOTIS	Message-Oriented Text Interchange Systems.
MS-DOS	MicroSoft-Disk Operating System.
MTA	Message Transfer Agent.
MVS	Système d'exploitation de IBM.
NBS	National Bureau of Standards (Etats-Unis).
NCP	Network Control Program : protocole développé par IBM.

- Acronymes -

NETNORTH	Branche du réseau BITNET au Canada.
Netview	Logiciel d'administration de réseau d'IBM.
NFS	Network File System : logiciel applicatif.
NIFTP	Network Independent File Transfer Protocol : protocole sur JANET.
NJE	Network Job Entry : protocole développé par IBM.
NLP	Name registration scheme Look-up Protocol : protocole sur JANET.
NMP	Network Management Protocol : protocole OSI.
NNTP	News Network Transfer Protocol : protocole DDN.
NORDUNET	NORDic Unix NETWORK.
NPSI	Network Packet Switch Interface : protocole développé par IBM.
NRS	Name Registration Scheme : protocole sur JANET.
NSAP	Network Service Access Point : concept OSI.
NSF	National Science Foundation (Etats-Unis).
NSFnet	réseau américain fondé par NSF.
NT	Nom des routines du réseau dans le protocole DAP.
NTN	Network Terminal Number : apparaît dans l'adresse d'un DTE exprimée sous le format X.121.
NWI	New Work Item : document de l'ISO.
OASC	Office of Advanced Scientific Foundation : branche du NSF.
ODA	Office Document Architecture.
Open-View	Produit OSI développé par HP.
ORN	OSI Requirements Notes : documents du JNT pour JANET.
OS	Operating System.
OSI	Open Systems Interconnection.
OSIcom	Association de fournisseurs OSI en Australie.
OSInet	Association de fournisseurs OSI aux Etats-Unis.
OSIone	Association mondiale de fournisseurs OSI.
OSITOP	Open Systems Interconnect for Technical and Office Protocol : association d'utilisateurs européens.
Osiware	Firme de logiciels.
OSNS	Open Systems Network Support : protocole développé par IBM.
OSnet	Association de fournisseurs OSI à Singapour.

- Acronymes -

OTSS	Open Systems Transport and Session Support : protocole développé par IBM.
PAD	Paquet Assembler/Disassembler.
PC	Personal Computer.
PDU	Protocol Data Unit : concept OSI.
POSI	Promoting Conference for OSI : équivalent de COS pour le Japon.
PPSDN	Public Packet Switched Data Network.
PPSN	Public Packet Switching Network.
PSTN	Public Switched Telephone Network.
PTT	Administration des Postes Télégraphes et Téléphones.
PUP	Universal Packet Protocol : protocole développé par Xerox.
RAL	Rutherford Appleton Laboratory.
Retix	Firme de logiciels.
RFC	Request For Comments.
RICE	Protocole de courrier électronique utilisé dans EARN.
RMS	Record Management Services : services d'accès aux fichiers dans l'OS du VAX.
RNIS	Réseau Numérique à Intégration de Services.
RSCS	Implémentation de NJE sur IBM.
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol : protocole DDN.
SERC	Science Engineering Research Council : organisme anglais.
SERCnet	Ancien nom de JANET.
SNA	System Network Architecture : architecture propriétaire d'IBM.
SNMP	Simple Network Management Protocol : protocole DDN.
SPAG	Standards Promotion and Application Group : équivalent de COS pour l'Europe.
SSMP	Simple Screen Management Protocol : protocole sur JANET.
SUN	Société de matériel informatique.
SUN	Sydney UNIX network.
SWITCH	Réseau académique Suisse.
TCP	Transfer Control Protocol : protocole DDN.
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet Protocol.

- Acronymes -

TOP	Technical Office Protocol.
TOUCH	Firme de logiciels OSI.
TPn	Transfer Protocol de classe n : protocole OSI.
TPDU	Transfer Protocol Data Unit : concept OSI.
TSAP	Transfer Service Access Point : concept OSI.
UA	User Agent : concept X.400.
UCL	University College London.
UDP	User Datagram Protocol : protocole DDN.
UK	United Kingdom.
ULCC	University of London Computer Center.
UNMA	Unified Network Management Architecture : protocole développé par AT&T.
USENET	Réseau américain.
USENIX	Association d'utilisateurs de UNIX aux Etats-Unis.
UUCP	Unix to Unix CoPy.
VAX	Ordinateur DEC.
VM	Système d'exploitation IBM.
VNET	Réseau interne à la compagnie IBM.
VTAM	Virtual Telecommunication Access Method : protocole développé par IBM.
VTP	Virtual Transfer Protocol.
WAN	Wide area Network.
X.121	Norme de schéma d'adresses DTE.
X.25	protocoles des couches 1, 2 et 3 développés par le CCITT.
X.25 PLP	Paquet Level Protocol : couche 3 de X.25.
X.28	Interface DTE/DCE pour l'accès d'un PAD de réseau public situé dans le même pays par un terminal travaillant en mode start-stop.
X.29	Procédures pour l'échange d'informations de contrôle et de données utilisateur entre un PAD et un DTE travaillant en mode paquet ou un autre PAD.
X.3	Définition d'un PAD pour un réseau public.
X.400	Norme CCITT pour un MHS.
X.500	Norme CCITT pour un service de répertoire généralisé.
X.75	Norme CCITT pour l'interconnexion de réseaux X.25.

- Acronymes -

XNS	Xerox Network System : protocole développé par Xerox
XODIAC	logiciel de Data General.

ANNEXE C

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- (1) **Quaterman, Hoskins.** "Notable Computer Networks".
Communication of ACM, vol.29 (Oct. 1986) pp 932-971.
- (2) **Padlipsky M.** "A Perspective On The Arpanet Reference Model". *RFC871* (Sept. 1982).
- (4) **Carpenter L.** "Is OSI Too Late ?". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.17 (1989) pp 284-286.
- (5) **Linington F.** "Why OSI ?". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.17 (1989) pp 287-290.
- (6) **Henken G.** "Mapping Of X.400 And RFC822 Adresses". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 161-164.
- (7) **Wester E.M., Truijens J.** "Pannel Discussion : The Way Ahead With OSI". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.17 (1989) pp 291-292.
- (8) **Lovdal E.** "The Challenge Of TCP/IP". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.17 (1989) pp 376-379.
- (9) **Onions J.** "ISODE : In Support Of Migration". *Computer Networks and ISDN Systems* vol.17 (1989) pp 362-366.
- (10) **Rose M., Cass D.** "OSI Transport Services On Top Of The TCP". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.12 n°3 (1986) pp 159-173. Aussi *RFC1006* (Mai 1987).
- (11) **Hagens R., Hall N., Rose M.** "Use Of The Internet As A Subnetwork For Experimentation With The OSI Network Layer". *RFC1070* (Fév. 1989).
- (12) **Wallace D.** "How To Interwork Between TCP/IP And OSI".
Télécommunications (Avr. 1989).

- (13) **Onions J., Rose M.** "ISO-TPO Bridge Between TCP And X.25". *RFC1086* (Déc. 1988).
- (14) **Callon R., Braun H-W.** "Guidelines For The Use Of Internet-IP Addresses In The ISO Connectionless-Mode Network Protocol". *RFC1069* (Fév. 1989).
- (15) **Fluckiger F.** "Gateways And Converters In Computer Networks". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.16 (1988/89) pp 55-59.
- (16) **Heagerty D.** "Practical Experience With High Level Gateways For Mail Transfer". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 195-200.
- (17) **Heagerty D.** "Experience With Mail Gateways And Transition To X.400". Document interne au CERN.
- (18) **Bryant P.** "The Migration Of EARN To Use ISO Protocols". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 201-203.
- (19) **Wilhelm M.** "Migration For Users". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.16 (1988/89) pp 40-43.
- (20) **Smith I.L.** "Joint Academic Network (JANET)". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.16 (1988/89) pp 101-105.
- (21) **Clyne L., Cooper R.** "JANET Migration Plans". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 205-206.
- (22) **Joint Network Team.** "Transistion To OSI Standards - Final Report Of The Academic Community OSI Transition Group". The Joint Network Team. c/o Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0QX, England. (1987).
- (23) **Karrenberg D.** "EUnet And OSI Transition Plans". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.16 (1988/89) pp 94-100.
- (24) **Tucker J.** "Naming And Adressing Issues OSI Network Adresses". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 149-153.
- (25) **Henken G.** "Mapping Of X.400 And RFC822 Adresses". *Computer Networks and ISDN Systems*, vol.13 (1987) pp 161-164.
- (26) **Wilson T.** "1988 Survey Of Ten Top U.S Vendor OSI Strategies". DataTrends Publications, Inc, (1988).

- (27) **Charles A.** "TCP/IP Un Standard Hors Norme". *Télécoms International*, (Mars 1990) pp 51-53
- (28) **Alton B. Karrenberg D.** "EUnet OSI Migration Plan". Document interne.
- (29) **Ponselet A.** "Etude De Logiciels De Communication Entre Systèmes UNIX Dans Le Cadre De TCP/IP". *Mémoire présenté à Louvain-la-Neuve* (1986-87).
- (30) **Dubois R.** "Motorola Vise Les Serveurs". *01 Informatique*, (30/03/1990).
- (31) **Tanenbaum A.** "Computer Networks". Prentice-Hall International Editions, (1989).
- (32) **Meijer A.** "SNA & OSI - A Future ?". *OPEN SYSTEMS '86*, Proceedings of the international conference : online publications, Pinner, Middx, UK, (1986) pp 337-341.
- (33) **Ferrer M., Fluckiger F. et cie.** "GIFT : A Multiple Gateway For File Transfer, Access, And Management". *IEEE journal on selected areas in communications*, vol.8, n°1 (Janv. 1990) pp 99-106.
- (34) **Tillman M., Yen D.** "SNA and OSI: Three Strategies For Interconnection". *Communications of the ACM*, vol.33, n°2 (Fév. 1990) pp 214-224.
- (35) **Mairs C.** "SNA LU Type 6.2: Some Relief For The Interworking Dilemma". *OPEN SYSTEMS '86*, Proceedings of the international conference : online publications, Pinner, Middx, UK, (1986) pp 131-146.
- (36) **The U.S Government OSI User's Committee.** GOSIP Version 1.0 (1988).
- (37) **Estienne F.** "Elan Irréversible, La Normalisation S'affirme". *Telecoms International*, (Nov. 1989) pp 14-15.
- (38) **Kerléo-Wendt A., Mangin P.** "Utilisateurs : Entre Prudence Et Audace". *Telecoms International*, (Nov. 1989) pp 16-21.
- (39) **Gillman R., JNT.** "The Academic Community OSI Transition. A Status Report". Document interne (28/03/1990). Contacter le JNT (référence 22).

- (40) **Clyne L.** "Survey Of Pink Book Equipment On Campus LANs". *Network News*, n°31 (Mars 1990). Contacter le JNT (référence 22).
- (41) **The JNT Ethernet Advisory Group** "Implementation Details for Protocols on CSMA/CD LANs". Pink Book (Août 1985). Contacter le JNT (référence 22).
- (42) **Carpenter B., Backstrom L., Pulolle G.** "Report to RARE CoA on TCP/IP". Document interne (22/01/1990).
- (43) **Bauerfeld W.** "Operational Aspects - report : 7". COSINE specification phase. Commission des Communautés Européennes, (1988).

N.B. Les RFC (Request For Comments) peuvent être obtenus par le réseau X.400 en envoyant le message suivant :

```
to : <S=info-server;OU=sh;O=cs;P=net;A=dbp;C=de>  
body :
```

```
REQUEST : RFC  
  TOPIC : HELP  
  TOPIC : RFCnnn  
  TOPIC : RFCnnnn  
REQUEST : END
```

Où la commande HELP permet d'obtenir une liste actualisée de tous les RFC disponibles avec leur titre. Et la commande RFCnnn permet d'obtenir le RFC de numéro nnn.